

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y del**  
**Ambiente**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Civil**



**“SISTEMATIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES ENSAYOS DEL SECTOR ACADÉMICO, TESIS Y SERVICIOS A TERCEROS DE LOS LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL SEGÚN LAS NORMAS TÉCNICAS PERUANAS (NTP) DE SUELOS, MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, CONCRETO Y AGREGADOS – AREQUIPA 2019”**

Tesis presentada por la Bachiller:

**Alarcón Vargas, Jorge Ramiro**

Para optar el Título Profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Asesor:**

**Dr. Hidalgo Valdivia, Alejandro Víctor**

**Arequipa- Perú**

**2020**

UCSM-ERP

## UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

### INGENIERIA CIVIL

#### DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS

Arequipa, 14 de Octubre del 2020

**Dictamen: 001465-C-EPIC-2020**

Visto el borrador de tesis del expediente 001465, presentado por:

**2008702131 - ALARCON VARGAS JORGE RAMIRO**

Titulado:

**SISTEMATIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES ENSAYOS DEL SECTOR ACADÉMICO, TESISTAS Y  
SERVICIOS A TERCEROS DE LOS LABORATORIOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL SEGÚN LAS NORMAS TÉCNICAS PERUANAS (NTP) DE SUELOS, MATERIALES  
DE CONSTRUCCION, CONCRETO Y AGREGADOS - AREQUIPA 2019**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

**1783 - HIDALGO VALDIVIA ALEJANDRO VICTOR  
DICTAMINADOR**



**1949 - DIAZ GALDOS MIGUEL RENATO  
DICTAMINADOR**



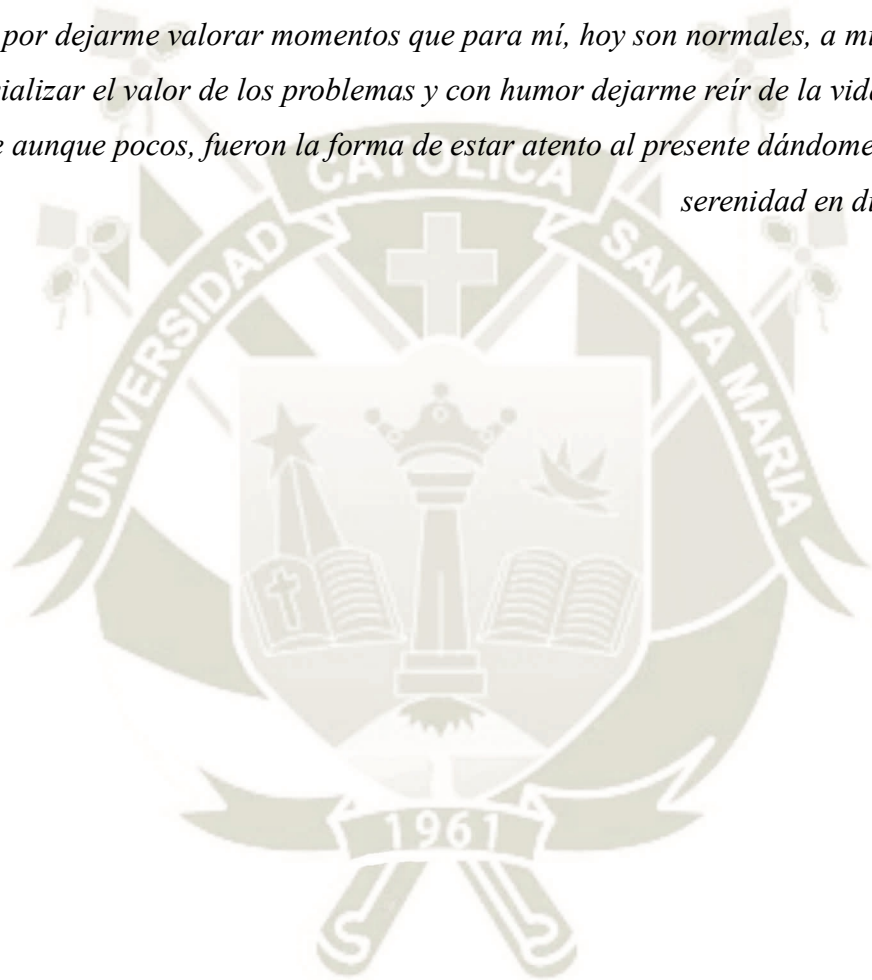
**3044 - GAMARRA TUCO RUBEN FRANCISCO  
DICTAMINADOR**





## DEDICATORIA

*El presente trabajo está dedicado a mis seres queridos, los cuales me ayudaron a formar la persona que ahora soy, a mi padre del cual aprendí la paciencia en un mundo acelerado e impulsivo, a mi madre que en una era de estímulos e inmediatez me mostró que cada día forma parte del cambio mediante el esfuerzo y trabajo constante, a ambos mi eterna gratitud por dejarme valorar momentos que para mí, hoy son normales, a mi hermana por saber trivializar el valor de los problemas y con humor dejarme reír de la vida, a mis libros que aunque pocos, fueron la forma de estar atento al presente dándome momentos de serenidad en días de desidia.*



## AGRADECIMIENTOS



*Agradezco al Ing. Alejandro Hidalgo, Arq. Mónica Macedo, Ing. Rubén Gamarra, Ing. Yuri Robles, a mi compañero Ing. German Loayza y a la Oficina de Calidad de la Universidad Católica de Santa María, que participaron en el proyecto de Sistematización del Laboratorio de Ingeniería Civil. A todos ellos mi más sincero agradecimiento, por su ayuda, iniciativa, confianza, paciencia y valioso apoyo durante todo el proceso de este trabajo.*

## RESUMEN

En la actualidad, la generación de software para la sistematización de importantes sectores de la industria como la Ingeniería Civil, facilitan el intercambio de información y llevan soluciones a corto y largo plazo, a cualquier tipo de negocio. Un claro ejemplo es Ms Project que brinda al ingeniero civil una herramienta para que de forma ágil y visual lograr el control y la planificación de proyectos.

El objetivo principal de este proyecto, es el desarrollo de una herramienta web la cual tiene la capacidad de registrar los resultados de los ensayos ejecutados por el Sector Estudiantil, Sector Tesistas y personal calificado para el Sector Clientes, de esa manera integrar la tecnología como herramienta de desarrollo para procesar la información y brindar resultados confiables, para ser visualizados en forma virtual y/o certificación impresa, para luego con los datos generados lograr un control y sistematización de los laboratorios de Suelos, Tecnología del Concreto y Materiales de Construcción de la Escuela Profesional de Ingeniera Civil (EPIC) de la Universidad Católica de Santa María (UCSM) de Arequipa, Perú.

La tecnología dentro de la Ingeniería Civil enseña que sin importar la complejidad del problema, es una herramienta de vital importancia para entender, aprender e integrar al knowhow tecnológico del Ingeniero Civil. Por tal motivo la abstracción de los procesos de laboratorio, que usualmente son realizados con herramientas de software básicos; reflejó que mediante la generación de código y bases de datos relacionales, junto con el desarrollo de una solución que integre herramientas de desarrollo web, con gran flexibilidad para lograr sistematizar las complejas funciones de los ensayos y los procesos dentro del laboratorio, para tener un sistema mucho más veloz, eficiente y funcional del actualmente implementado.

### **Palabras claves:**

Sistematización, Laboratorio, Ensayos, Ingeniería Civil, Tecnología, Desarrollo Web.



## ABSTRACT

Currently, the production of software for the systematization of important industry sectors such as Civil Engineering, make it easy the exchange of information and brings solutions in a short and long-term for any type of business. A clear example is Ms Project, which provides the civil engineer with a tool to achieve control and project planning in an agile and visual way.

The main objective of this project is the development of a web tool which has the ability to record the results of the tests carried out by the Student Sector, Thesis Sector or qualified staff for the Client Sector, in that way integrate technology as a development tool to process the information and provide reliable results, to be visualized in the browser or as a printed document certification, to later with the generated data achieve a control and systematization of the Soils, Concrete Technology and Construction Materials laboratories of the Professional School of Civil Engineering (EPIC) of the Catholic University of Santa María (UCSM) de Arequipa, Peru.

Technology within Civil Engineering teaches that regardless of the complexity of the problem, it is a vital tool to understand, learn and integrate into the technological know-how of the Civil Engineer. For this reason, the abstraction of the laboratory processes, which are usually done with basic software tools. Reflected that through the generation of code and relational databases together with the development of a solution that combined web development tools, with great flexibility to systematize the complex functions of tests and processes in the laboratory, to have a faster, efficient and functional system than the currently implemented.

### **Keywords:**

Systematization, Laboratory, Testing, Civil Engineering, Technology, Web Development.



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis tiene como principal objetivo, la implementación de un espacio virtual como herramienta, que se ajuste a los requerimientos del laboratorio de la EPIC, desarrollando un software que permita uniformizar la información, calcular, graficar y manejar los resultados de los principales ensayos según la Norma Técnica Peruana (NTP) para los sectores Académico, Tesistas y Servicios a Terceros.

Uno de los principales problemas de implicación práctica, de los laboratorios es la falta de integración y sistematización de las variables, funciones y tareas que conforman el laboratorio de la EPIC. Por otra parte la falta de una base de datos digital, para generar resultados en tiempo real, que serán de gran fuente de información para futuros estudios y que gracias a ello se podrá extraer vital información para el mantenimiento y continua evolución de las funciones del laboratorio.

Profundizar en la industria del desarrollo de software desde la perspectiva de la Ingeniería Civil fue un interés académico que versó en conocer la arquitectura y bases que componen la internet, lenguajes de programación y diseño de bases de datos, utilizadas como herramientas para los procesos que envuelven los ensayos de laboratorio de Suelos, Materiales de Construcción y Tecnología del Concreto.

El sistema valida en tiempo real los datos ingresados, de los ensayos previamente seleccionados por los jefes de práctica del laboratorio de Suelos, Materiales de Construcción y Tecnología del Concreto y automatiza los resultados desde la perspectiva de la Ingeniería Civil utilizando las restricciones e indicaciones de la NTP; aplicado a los sectores Académico, Tesistas y Servicios a Terceros, dentro de una plataforma web que cumple los requerimientos y funcionalidades del laboratorio de la EPIC.

CAPÍTULO I: Planteamiento del problema, los alcances, limitaciones de los sectores, la justificación y objetivos del proyecto junto con la hipótesis y las variables que envuelven el desarrollo del mismo.

CAPÍTULO II: Bases teóricas fundamentales sobre las cuales se fundamenta el proyecto, como la identificación y caracterización de los procesos, el análisis de los principales ensayos propuestos, los softwares y librerías a utilizar, y la forma de presentar los resultados.

CAPÍTULO III: Un breve resumen sobre las características del proyecto, un mapeo de la identificación y caracterización de las funciones que realiza el personal de laboratorio así como los actores involucrados, el modelamiento del sistema así como los requerimientos del mismo, la documentación técnica y la lógica detrás de los principales ensayos escogidos como ejemplos. Teniendo un repositorio donde estará albergado la totalidad del software.

CAPÍTULO IV: Un pequeño manual básico del usuario, mostrando las diferentes vistas, como ingresar al sistema, la secuencia y el procedimiento para el ingreso de los datos relacionados con la ejecución de los ensayos, las diferentes formas de presentación de los resultados y las tablas resumen y estadísticas que se pueden llegar a mostrar.

CAPÍTULO V: Resultados en vista web y en Formato de Documento Portátil (PDF) de los diferentes ensayos planteados. Se validará los resultados que brinda el sistema con ensayos realizados en proyectos de tesis anteriores, junto con tablas resumen y gráficos teniendo en cuenta la precisión indicada en la NTP de Suelos, Materiales de Construcción, Concreto y Agregados. Teniendo el sistema desplegado como aplicativo web, donde se podrá ver la totalidad del proyecto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS.

## ÍNDICE GENERAL

DICTAMEN APROBATORIO.....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
INTRODUCCIÓN.....	vi
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO TEÓRICO OPERACIONAL.....	1
1. Título .....	1
2. Problema.....	1
2.1 Identificación del Problema.....	1
2.2 Planteamiento del Problema.....	2
3. Alcances y Limitaciones.....	3
3.1 Ámbito.....	3
3.2 Unidades de Estudio .....	3
4. Justificación.....	4
5. Objetivos.....	5
5.1 Objetivo General .....	5
5.2 Objetivos Específicos .....	5
6. Hipótesis.....	6
7. Variables .....	6
7.1 Variable Independiente .....	6
7.2 Variable Dependiente.....	7
8. Normatividades.....	7
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	9
1. Identificación de Procesos .....	9
2. Caracterización de Procesos .....	11
2.1 Caracterización .....	11
2.2 Mapa de procesos .....	13
3. Laboratorio de Tecnología del Concreto .....	15



3.1 Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras cilíndricas .....	15
3.2 Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras prismáticas.....	17
3.3 Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos diamantinos en muestras cilíndricas.....	19
4. Laboratorio de Materiales de Construcción .....	23
4.1 Determinar las propiedades en unidades de albañilería .....	23
4.2 Determinación de la resistencia en compresión de pilas de albañilería .....	34
4.3 Determinar la compresión simple, perpendicular o paralela en madera .....	37
5. Laboratorio de Suelos.....	39
5.1 Ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino .....	39
5.2 Determinación de material más fino que el tamiz 75 $\mu$ m (Nº 200) en suelos .....	42
5.3 Clasificación de suelos para fines de ingeniería y construcción de carreteras (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).....	44
5.4 Ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos .....	48
5.5 Determinación del contenido de humedad de un suelo .....	51
5.6 Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada – Proctor Modificado .....	53
5.7 Ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo In Situ mediante el método del cono de arena.....	57
5.8 Determinación de la gravedad específica de sólidos mediante el picnómetro de agua de un suelo y ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. ....	61
6. Bases Teóricas del Software .....	67
6.1 Desarrollo de Software .....	67
6.2 Frontend.....	67
6.3 Backend .....	68
6.4 Diseño de Bases de Datos.....	68
7. Estadísticas Básicas .....	69



7.1 Tabla resumen.....	69
7.2 Gráfico.....	69
CAPITULO III: DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	70
1. Plan del Proyecto Informático.....	70
1.1 Estudio de Viabilidad del Proyecto.....	70
1.2 Resumen.....	70
2. Especificación de Requisitos del Software.....	71
2.1 Propósito.....	71
2.2 Alcance.....	71
2.3 Personal Involucrado.....	72
2.4 Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas.....	72
2.5 Interfaces de Usuario.....	72
2.6 Actores del Sistema.....	73
2.7 Caracterización de los procesos de gestión del laboratorio.....	74
2.8 Mapeo y flujo de los procesos de gestión del laboratorio.....	74
2.9 Restricciones.....	75
2.10 Suposiciones y dependencias.....	75
2.11 Requerimientos Funcionales.....	75
2.12 Requerimientos No Funcionales.....	80
3. Modelamiento del Sistema.....	81
3.1 Diseño de la base de datos.....	81
4. Documentación Técnica de Programación (Desarrollo).....	83
4.1 Entorno de Programación.....	83
4.2 Arquitectura del Sistema.....	84
4.3 Soporte de bases de datos.....	86
5. Lógica aplicada a los ensayos (Ejemplos).....	86
5.1 Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras cilíndricas.....	86
5.2 Determinar las propiedades en unidades de albañilería.....	90
5.3 Ensayo para determinar el límite líquido y límite plástico de un suelo.....	103
6. Lógica aplicada a los ensayos.....	108

CAPITULO IV: MANUAL DEL USUARIOS .....	109
1. Página de portada .....	109
2. Página de inicio .....	109
3. Barra de menú.....	112
4. Ensayos.....	113
4.1 Sistema de ensayos principal.....	114
4.2 Formulario del ensayo principal.....	115
4.3 Formulario de los ensayos relacionados.....	116
4.4 Detalles del ensayo vista web.....	117
4.5 Detalles del ensayo vista PDF (Certificado) .....	119
4.6 Eliminar ensayo principal.....	120
5. Información de los sectores .....	120
5.1 Información de los sectores .....	122
5.2 Equipos utilizados .....	123
CAPITULO V: RESULTADOS .....	127
1. Resultados del ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras cilíndricas.....	128
2. Resultados del ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras prismáticas. ....	131
3. Resultados del ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos diamantinos en muestras cilíndricas .....	134
4. Resultados del ensayo para determinar las propiedades en unidades de albañilería..	137
5. Resultados para la determinación de la resistencia en compresión de pilas de albañilería	145
6. Resultados del ensayo de Compresión Axial Paralela o Perpendicular en Madera ...	148
7. Resultados para el ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.....	151
8. Determinación de material más fino que el tamiz 75µm (Nº 200) en suelos .....	154
9. Clasificación de suelos para fines de ingeniería y construcción de carreteras (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).....	157

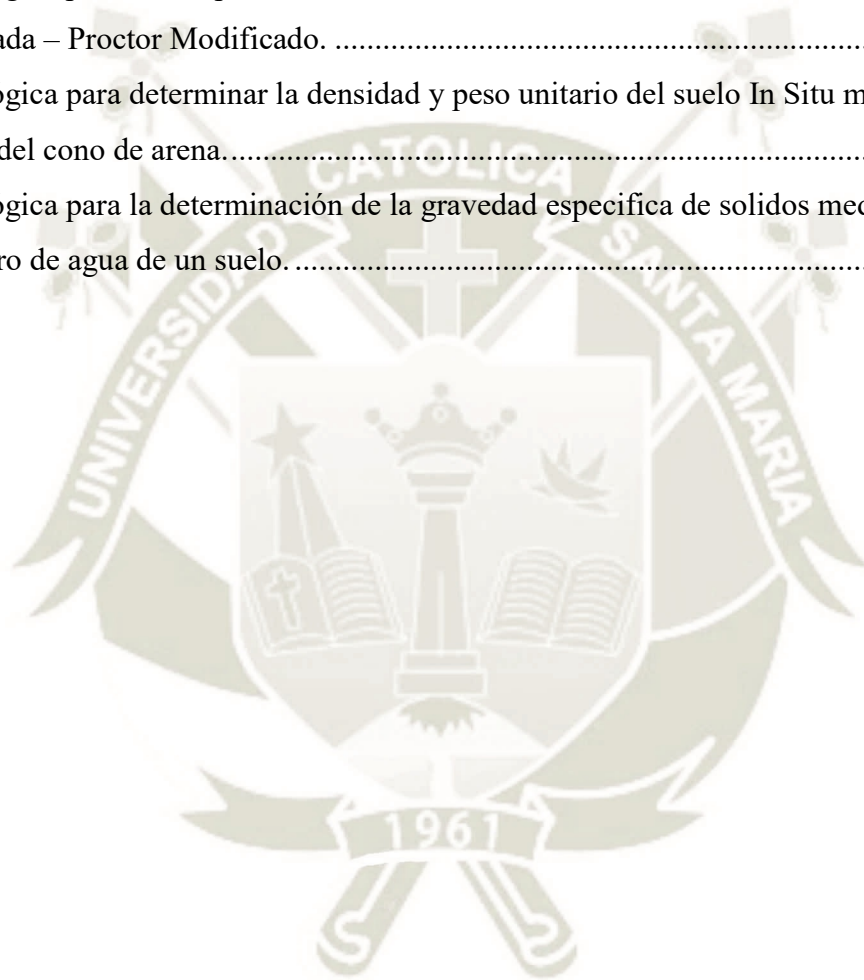
10. Resultados del ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos. ....	160
11. Determinación del contenido de humedad de un suelo. ....	163
12. Resultados del ensayo de compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada – Proctor Modificado.....	166
13. Ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo In Situ mediante el método del cono de arena.....	169
14. Determinación de la gravedad específica de sólidos mediante el picnómetro de agua de un suelo y ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.	172
15. Resultados extra para todos los ensayos.....	177
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	178
Conclusiones .....	178
Recomendaciones.....	179
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA .....	180
ANEXOS .....	184
1. Caracterización del proceso de gestión de laboratorios sector académico de la EPIC	184
2. Caracterización del proceso de gestión de laboratorios sector tesista de la EPIC.....	185
3. Caracterización del proceso de gestión de laboratorios sector servicios a terceros de la EPIC .....	186
4. Mapa de procesos de gestión de laboratorios del sector académico de la EPIC .....	187
5. Mapa de procesos de gestión de laboratorios del sector tesistas de la EPIC.....	188
6. Mapa de procesos de gestión de laboratorios del sector servicios a terceros de la EPIC.	189
7. Modelo de relación de los usuarios del sistema .....	190
8. Modelo de relación del ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras cilíndricas.....	191
9. Modelo de relación ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras prismática.....	192
10. Modelo de relación del ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos diamantinos en muestras cilíndricas .....	193
11. Modelo de relación para determinar las propiedades en unidades de albañilería .	194



12. Modelo de relación para la determinación de la resistencia en compresión de pilas de albañilería .....	195
13. Modelo de relación para determinar la compresión simple, perpendicular o paralela en madera .....	196
14. Modelo de relación del ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.....	197
15. Modelo de relación para la determinación de material más fino que el tamiz 75µm (N.º 200) en suelos .....	198
16. Modelo de relación para la clasificación de suelos para fines de ingeniería y construcción de carreteras .....	199
17. Modelo de relación para el ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.....	200
18. Modelo de relación para la determinación del contenido de humedad de un suelo.	201
19. Modelo de relación para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada – Proctor Modificado.....	202
20. Modelo de relación para el ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo In Situ mediante el método del cono de arena .....	203
21. Modelo de relación del ensayo para la determinación de la gravedad específica de sólidos mediante el picnómetro de agua de un suelo y ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso .....	204
22. Clasificación de suelos SUCS .....	205
23. Densidad del agua y factor de corrección a varias temperaturas.....	206
24. Lógica para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras prismáticas.....	207
25. Lógica para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos diamantinos en muestras cilíndricas. ....	209
26. Lógica para la determinación de la resistencia en compresión de pilas de albañilería.	211
27. Lógica para determinar la compresión simple, perpendicular o paralela en madera.	213
28. Lógica del ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.	216



29. Lógica para la determinación de material más fino que el tamiz 75 $\mu$ m (N. ° 200) en suelos.....	217
30. Lógica para la clasificación de suelos para fines de ingeniería y construcción de carreteras. ....	219
31. Lógica para la determinación del contenido de humedad de un suelo. ....	224
32. Lógica para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada – Proctor Modificado. ....	225
33. Lógica para determinar la densidad y peso unitario del suelo In Situ mediante el método del cono de arena.....	229
34. Lógica para la determinación de la gravedad específica de sólidos mediante el picómetro de agua de un suelo.....	233



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tabla de interpolación para la relación $l/d$ .....	22
Tabla 2: Clasificación según variación dimensional, alabeo, resistencia característica a la compresión y densidad de unidades de albañilería.....	33
Tabla 3: Clasificación según succión de unidades de albañilería..	34
Tabla 4: Clasificación según absorción y coeficiente de saturación de unidades de albañilería..	34
Tabla 5: Factores de corrección altura/espesor para la resistencia en compresión de prismas de albañilería. ....	36
Tabla 6: Esfuerzos Admisibles (Madera).....	39
Tabla 7: Requerimiento Funcional 01.....	76
Tabla 8: Requerimiento Funcional 02.....	76
Tabla 9: Requerimiento Funcional 03.....	77
Tabla 10: Requerimiento Funcional 04 .....	77
Tabla 11: Requerimiento Funcional 05.....	78
Tabla 12: Requerimiento Funcional 06 .....	78
Tabla 13: Requerimiento Funcional 07 .....	79
Tabla 14: Requerimiento Funcional 08 .....	79
Tabla 15: Requerimiento Funcional 09 .....	80
Tabla 16: Requerimiento Funcional 10 .....	80
Tabla 17: Requerimiento No Funcional 01.....	81
Tabla 18: Requerimiento No Funcional 02.....	81
Tabla 19: Caracterización del proceso de gestión de laboratorios sector académico de la EPIC. ....	184
Tabla 20: Caracterización del proceso de gestión de laboratorios sector tesista de la EPIC..	185
Tabla 21: Caracterización del proceso de gestión de laboratorios sector servicios a terceros de la EPIC.....	186

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Símbolos utilizados en la representación de procesos.....	13
Ilustración 2: Arquitectura (Esquema Global).....	84
Ilustración 3: Pagina de portada. ....	109
Ilustración 4: Pagina de bienvenida.....	109
Ilustración 5: Sectores del sistema.....	110
Ilustración 6: Laboratorios del sistema.....	110
Ilustración 7: Características del sistema.....	111
Ilustración 8: Lista desplegable (ensayos de los laboratorios). ....	113
Ilustración 9: Eliminación del enayo principal.....	120
Ilustración 10: Información general (Sector Administrativo).....	120
Ilustración 11: Información de los equipos. ....	121
Ilustración 12: Información estadística del uso de los equipos. ....	121
Ilustración 13: Información del Sector Clientes (Tabla Resumen).....	122
Ilustración 14: Información Sector Tesistas (Tabla Resumen).....	122
Ilustración 15: Información Sector Estudiantil (Tabla Resumen). ....	123
Ilustración 16: Información de los equipos utilizados en el laboratorio de tecnología de concreto (Tabla resumen). ....	124
Ilustración 17: Representación gráfica estadística del uso de los equipos de laboratorio de tecnología del concreto. ....	124
Ilustración 18: Información de los equipos utilizados en el laboratorio de materiales de construcción (Tabla resumen).....	125
Ilustración 19: Representación gráfica estadística del uso de los equipos de laboratorio de materiales de construcción.....	125
Ilustración 20: Información de los equipos utilizados en el laboratorio de suelos (Tabla resumen). ....	126
Ilustración 21: Representación gráfica estadística del uso de los equipos de laboratorio de suelos. ....	126
Ilustración 22: Ensayos de rotura de testigos cilíndricos (Ensayo principal).....	128
Ilustración 23: Certificado tipo del ensayo de rotura de testigos de concreto cilíndricos (vista PDF).....	130



Ilustración 24: Ensayos de rotura de testigos prismáticos de concreto (Ensayo principal)....	131
Ilustración 25: Certificado tipo del ensayo de rotura de testigos prismáticos de concreto (vista PDF).....	133
Ilustración 26: Ensayos de rotura de testigos diamantinos de concreto (Ensayo principal)...	134
Ilustración 27: Certificado tipo del ensayo de rotura de testigos diamantinos de concreto (vista PDF).....	136
Ilustración 28: Ensayos de propiedades en unidades de albañilería calcinada para la construcción (Ensayo principal). ....	137
Ilustración 29: Certificado tipo del ensayo de propiedades de unidades de albañilería (vista PDF).....	144
Ilustración 30: Resultado de tipos de ladrillos.....	145
Ilustración 31: Ensayos de compresión de pilas prismáticas de unidades de albañilería (Ensayo principal).....	145
Ilustración 32: Certificado tipo del ensayo de compresión de pilas prismáticas de unidades de albañilería (vista PDF).....	147
Ilustración 33: Ensayos de compresión axial paralela o perpendicular a la fibra (Ensayo principal).....	148
Ilustración 34: Certificado tipo del ensayo de compresión simple en madera (vista PDF)....	150
Ilustración 35: Ensayos del valor equivalente de la arena (Ensayo principal). ....	151
Ilustración 36: Certificado tipo del ensayo de valor equivalente de la arena (vista PDF). ....	153
Ilustración 37: Ensayos de determinación del material más fino que pasa la malla N° 200 (Ensayo principal).....	154
Ilustración 38: Certificado tipo del ensayo del material más fino que pasa la malla N° 200 (vista PDF).....	156
Ilustración 39: Datos complementarios del ensayo de clasificación de suelos. ....	157
Ilustración 40: Ensayos de clasificación de suelos para fines de ingeniería y construcción de carreteras (Ensayo principal). ....	157
Ilustración 41: Certificado tipo del ensayo de clasificación de suelos para fines de ingeniería y construcción de carreteras (vista PDF).....	159
Ilustración 42: Ensayos para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos (Ensayo principal).....	160



Ilustración 43: Certificado tipo del ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos (vista PDF). ....	162
Ilustración 44: Ensayos para determinar el contenido de humedad de los suelos (Ensayo principal).....	163
Ilustración 45: Certificado tipo del ensayo para determinar contenido de humedad de los suelos (vista PDF).....	165
Ilustración 46: Ensayos para determinar la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Ensayo principal). ....	166
Ilustración 47: Certificado tipo del ensayo para determinar la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (vista PDF).....	168
Ilustración 48: Ensayos para determinar la densidad y peso unitario del suelo In Situ mediante el método del cono de arena (Ensayo principal).....	169
Ilustración 49: Certificado tipo del ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo In Situ mediante el método del cono de arena (vista PDF).....	171
Ilustración 50: Ensayos para determinación de la gravedad específica de sólidos mediante el picnómetro de agua de un suelo y ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. (Ensayo principal). ....	172
Ilustración 51: Resultados generales del ensayo de gravedad específica de los suelos. ....	175
Ilustración 52: Certificado tipo del ensayo para determinar para la gravedad específica de sólidos mediante el picnómetro de agua de un suelo y ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso (vista PDF).....	176
Ilustración 53: Tabla resumen de los ensayos para determinar la resistencia a la compresión de testigos en muestras cilíndricas. ....	177
Ilustración 54: Gráfico estadístico de los ensayos de testigos de concreto realizados por los diferentes sectores.....	177
Ilustración 55: Clasificación Sucs. ....	205
Ilustración 56: Clasificación Sucs nombre dado a suelos gruesos mayores del 50% de suelo. ....	205
Ilustración 57: Carta de Plasticidad de los Suelos.....	206
Ilustración 58: Densidad del agua y factor de corrección a varias temperaturas. ....	206

## ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Barra de menu (principal). .....	112
Gráfico 2: Listas desplegables (laboratorios y sectores). .....	112
Gráfico 3: Lista desplegable (registros sector estudiantil y sector administrativo). .....	112
Gráfico 4: Sistema de ensayos creados por el usuario y las acciones posibles descritas. ....	114
Gráfico 5: Formulario tipo de ensayo principal. ....	115
Gráfico 6: Formulario tipo de ensayos relacionales. ....	116
Gráfico 7: Detalles de la vista web del ensayo (Parte 1). ....	117
Gráfico 8: Detalles de la vista web (Parte 2). ....	118
Gráfico 9: Detalles vista web (gráfico). ....	118
Gráfico 10: Detalles vista PDF (Certificado). ....	119
Gráfico 11: Comparación de resultados del ensayo de rotura de testigos de concreto cilindricos. ....	129
Gráfico 12: Comparación de resultados del ensayo de rotura de testigos prismáticos de concreto. ....	132
Gráfico 13: Comparación de resultados del ensayo de rotura de testigos diamantinos de concreto. ....	135
Gráfico 14: Comparación de resultados del ensayo de variación dimensional de unidades de albañilería. ....	138
Gráfico 15: Comparación de resultados del ensayo de alabeo de unidades de albañilería. ...	139
Gráfico 16: Comparación de resultados del ensayo de porcentaje de vacíos de unidades de albañilería. ....	140
Gráfico 17: Comparación de resultados del ensayo de succión de unidades de albañilería. ...	141
Gráfico 18: Comparación de resultados del ensayo de absorción, absorción máxima y coeficiente de saturación de unidades de albañilería. ....	142
Gráfico 19: Comparación de resultados del ensayo de compresión de unidades de albañilería. .....	143
Gráfico 20: Comparación de resultados del ensayo de compresión de pilas prismáticas de unidades de albañilería. ....	146
Gráfico 21: Comparación de resultados del ensayo de compresión simple axial en madera. ....	149
Gráfico 22: Comparación de resultados del ensayo del valor equivalente de la arena. ....	152

Gráfico 23: Comparación de resultados del ensayo del material más fino que pasa la malla N° 200. ....	155
Gráfico 24: Comparación de resultados del ensayo clasificación de suelos para fines de ingeniería y construcción de carreteras. ....	158
Gráfico 25: Comparación de resultados del ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.....	161
Gráfico 26: Comparación de resultados del ensayo para determinar el contenido de humedad de los suelos.....	164
Gráfico 27: Comparación de resultados del ensayo para determinar la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada. ....	167
Gráfico 28: Comparación de resultados del ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo In Situ mediante el método del cono de arena. ....	170
Gráfico 29: Comparación de resultados del ensayo para determinar la gravedad específica de solidos mediante el picnómetro de agua de un suelo.....	173
Gráfico 30: Comparación de resultados del ensayo para determinar peso específico y absorción del agregado grueso. ....	174
Gráfico 31: Mapa de procesos de gestión de laboratorios del sector académico de la EPIC. ....	187
Gráfico 32: Mapa de procesos de gestión de laboratorios del sector tesistas de la EPIC. ....	188
Gráfico 33: Mapa de procesos de gestión de laboratorios del sector servicios a terceros de la EPIC.....	189
Gráfico 34: Modelo de relación de los usuarios del sistema (Administrador, Cliente, Grupo de estudiantes, Bachiller, Profesor). ....	190
Gráfico 35: Modelo de relación del ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras cilíndricas. ....	191
Gráfico 36: Modelo de relación ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras prismática. ....	192
Gráfico 37: Modelo de relación del ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos diamantinos en muestras cilíndricas.....	193
Gráfico 38: Modelo de relación para determinar las propiedades en unidades de albañilería. ....	194



Gráfico 39: Modelo de relación para la determinación de la resistencia en compresión de pilas de albañilería.....	195
Gráfico 40: Modelo de relación para determinar la compresión simple, perpendicular o paralela en madera. ....	196
Gráfico 41: Modelo de relación del ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino. ....	197
Gráfico 42: Modelo de relación para la determinación de material más fino que el tamiz 75 $\mu$ m (N. ° 200) en suelos.....	198
Gráfico 43: Modelo de relación para la clasificación de suelos para fines de ingeniería y construcción de carreteras. ....	199
Gráfico 44: Modelo de relación para el ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.....	200
Gráfico 45: Modelo de relación para la determinación del contenido de humedad de un suelo. ....	201
Gráfico 46: Modelo de relación para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada – Proctor Modificado .....	202
Gráfico 47: Modelo de relación para el ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo In Situ mediante el método del cono de arena. ....	203
Gráfico 48: Modelo de relación del ensayo para la determinación de la gravedad específica de sólidos mediante el picnómetro de agua de un suelo y ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. ....	204

## **CAPITULO I: PLANTEAMIENTO TEÓRICO OPERACIONAL**

### **1. Título**

El presente proyecto de investigación se titula:

“Sistematización de los principales ensayos del Sector Académico, Tesistas y Servicios a Terceros de los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil según las Normas Técnicas Peruanas (NTP) de Suelos, Materiales de Construcción, Concreto y Agregados – Arequipa 2019.”

### **2. Problema**

#### **2.1 Identificación del Problema**

- Es necesario un sistema ajustado a los requerimientos del laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil (EPIC), para tener los ensayos de laboratorio y los sectores Académico, Tesistas y Servicios a Terceros, ordenados, desagregados y estructurados.
- Se requiere la integración de las funciones del laboratorio, y los procesos de los ensayos de los sectores Académico, Tesistas y Servicios a Terceros.
- Es necesario un espacio virtual utilizando tecnologías modernas que permita visualizar las variables desagregadas con información básica de las características del laboratorio de los sectores Académico, Tesistas y Servicios a Terceros.
- Se requiere de estadísticas de los equipos, materiales y resultados de los ensayos del laboratorio, para un óptimo mantenimiento y control.
- No se conoce eficientemente la relación y el comportamiento de los procesos y los indicadores que integran un ensayo de laboratorio.

**a) Académico:**

- Es necesario implementar las guías de prácticas, dentro del espacio virtual, brindada por los jefes de práctica, de los laboratorios de Suelos, Materiales de Construcción y Tecnología de Concreto.
- El laboratorio no cuenta con una base de datos y resultados en tiempo real, para poder extraer conclusiones básicas de los diferentes ensayos, realizados por los jefes de prácticas de los laboratorios de Suelos, Materiales de Construcción y Tecnología del Concreto.

**b) Tesistas**

- Se requiere de registros y resultados en formato digital de los ensayos realizados por los tesistas para análisis futuros.
- Se requiere registros del uso de los equipos por los Tesistas, de los laboratorios de Suelos, Tecnología del Concreto, Materiales de Construcción.

**c) Servicios a Terceros**

- Es necesario de un software que permita la elaboración de los certificados de manera digital.
- El laboratorio necesita de una base de datos, de la información generada por el cliente de los laboratorios de Suelos, Tecnología de Concreto y Materiales de Construcción.
- Es necesario el análisis de costos unitarios que justifiquen los precios en el tarifario.

## **2.2 Planteamiento del Problema**

Los laboratorios de la EPIC, ubicados en la Calle Cayetano Arenas 152, Parque Industrial; de Suelos, Tecnología del Concreto y Materiales de Construcción, comenzando su funcionamiento en el año 2004, con un equipamiento de última generación y una infraestructura diseñada especialmente para su adecuado funcionamiento.



Los laboratorios brindan servicios académicos, a los grupos de práctica de los diversos cursos del Programa, que así lo requieran, como parte del desarrollo curricular, y a tesistas para su futuro desarrollo profesional. Así mismo se ha generado la prestación de servicios a la comunidad (Servicios a Terceros).

Los servicios Académico, Tesista y Servicios a Terceros que brindan los laboratorios, se han ido incrementando con el tiempo, lo cual ocasiona deficiencia en el control y manejo de la información.

En consecuencia, los datos generados por los laboratorios de la EPIC no son registrados, ni procesados mediante métodos estadísticos que nos permitan obtener conclusiones para el mantenimiento y óptimo desempeño de los procesos.

Por lo expuesto, se requiere la sistematización y optimización de los procesos del laboratorio con la implementación de tecnologías modernas dentro de un solo sistema hecho a la medida, que permita la trazabilidad de una data uniforme, segura, rápida, confiable, ligera y eficiente facilitando la labor que realiza el personal.

### **3. Alcances y Limitaciones**

#### **3.1 Ámbito**

El presente trabajo será realizado en la ciudad de Arequipa en los ambientes de los laboratorios de la EPIC de la Universidad Católica de Santa María (UCSM).

#### **3.2 Unidades de Estudio**

##### **a) Académico**

El presente proyecto investigará las variables e indicadores, relacionados con los principales ensayos previamente seleccionados junto con los jefes de prácticas de los laboratorios de Suelos, Materiales de Construcción y Tecnología del Concreto, según la utilidad y la frecuencia de uso tomando como referencia la NTP vigente. Se tomará en consideración indicadores como procesos, variables, y resultados.

### **b) Tesistas**

En el sector de tesistas debido a la gran posibilidad de variables, que podría utilizarse en un trabajo de investigación, se buscará controlar el uso de equipos y la entrada de algunas variables dentro de las posibilidades de la NTP vigente, ajustando su alcance a los sectores Académico y Servicios a Terceros.

### **c) Servicios a Terceros**

El sector de terceros se elaborará el control de los ensayos de laboratorio de Suelos, Materiales de Construcción y Tecnología del Concreto, según la frecuencia y la demanda de uso, tomando como referencia la NTP como línea base. Indicadores como equipos, materiales, tiempos son tomados en consideración.

## **4. Justificación**

Se justifica la presente investigación en las siguientes razones:

- Uno de los principales problemas de implicación práctica, de los laboratorios es la falta de integración y sistematización de las funciones y tareas que un laboratorio resuelve y opera continuamente de manera eficiente, y no por el contrario generando costos innecesarios ni tareas rutinarias que conduzcan al error que se hace común, y a la pérdida de tiempo y recursos.
- Dentro de la relevancia social de la justificación del problema, al tener las variables que conforman el laboratorio de la EPIC ordenadas y estructuradas, bajo un sistema ajustado a los requerimientos del mismo, y de esa manera generar y albergar datos que serán gran fuente de información para futuros estudios ayudando a tesistas en investigaciones futuras, y por otro lado el cliente tendrá un servicio con la eficiencia y el profesionalismo propio de un laboratorio de ingeniería.
- El laboratorio tendrá acceso a meta-datos y resultados en tiempo real, gracias a ello se podrá extraer conclusiones básicas para el mantenimiento y continua evolución de sus funciones agregando un valor al proyecto.
- El valor teórico que tendrá la sistematización logrará llenar el hueco de conocimiento de las nuevas tecnologías del Web Development, y las tareas, procesos y ensayos, para

de esa manera conocer y entender mejor la relación y el comportamiento de los sectores: académico, tesis y servicios a terceros de los laboratorios de la EPIC.

- Por la formación de pre-grado en Ingeniería Civil conozco y reconozco los procesos que envuelven los ensayos del laboratorio de Suelos, Materiales de Construcción y Tecnología del Concreto, y al haber aprendido de manera autodidacta web development, para que con este conocimiento y tecnologías utilizadas como herramientas, materializar y viabilizar el proyecto mediante lenguajes de programación desde la perspectiva del Ingeniero Civil.

## 5. Objetivos

### 5.1 Objetivo General

Implementar una base de datos propia y un espacio virtual que se ajuste a los requerimientos del laboratorio de la EPIC y de esa manera permita uniformizar la información, calcular, graficar y manejar los resultados de los principales ensayos según la NTP, de los sectores Académico, Tesis y Servicios a Terceros en el año 2019.

### 5.2 Objetivos Específicos

- Identificar los procesos de los sectores Académico, Tesis y Servicios a Terceros para los laboratorios de Materiales de Construcción, Tecnología del Concreto y Suelos.
- Caracterizar y confeccionar los diagramas de flujo de procesos de los sectores Académico, Tesis y Servicios a Terceros del laboratorio.
- Analizar y revisar los principales ensayos de la NTP para ser implementados como línea base para la sistematización de los sectores del laboratorio de la EPIC.
- Construir un espacio virtual usando tecnologías modernas que permita la autenticación de usuarios según los sectores de los laboratorios, intuitiva interfaz visual de las variables desagregadas, informar de manera básica sobre los procesos, equipos, material educativo y ensayos realizados en el laboratorio.



- Establecer los diagramas de procesos para los ensayos escogidos y generar el código para calcular los resultados y gráficas de las diferentes variables introducidas por el usuario.
- Conectar con una base de datos relacional, segura y confiable para crear, modificar y eliminar según permisos otorgados a cada usuario, albergar esta información accesible desde cualquier dispositivo conectado a internet para que tanto el alumno, el tesista o el cliente estén informados acerca del laboratorio.
- Generar Certificados para los diferentes ensayos previamente seleccionados con formatos diseñados para ilustrar las variables resultados y gráficas según sea la finalidad con código de Respuesta Rápida (QR) de verificación para ser fácilmente rastreable.
- Generar estadísticas básicas de las variables, equipos, materiales y resultados de los ensayos para un mejor control y mantenimiento de los equipos e instalaciones.

## **6. Hipótesis**

Actualmente los procesos de laboratorios y el cálculo de resultados de la EPIC, se realizan con herramientas básicas de escritorio y software.

La sistematización de los sectores Académico, Tesistas y Servicios a Terceros de los principales ensayos de los laboratorios según la NTP, permitirá integrar, optimizar y controlar los procesos en tiempo real, obteniendo un sistema capaz de escalar y expandirse con el tiempo, brindando resultados confiables y trazables.

## **7. Variables**

### **7.1 Variable Independiente**

Laboratorio de Ingeniería Civil:

- Tecnología del Concreto
- Materiales de Construcción
- Suelos

## 7.2 Variable Dependiente

Sectores:

- Académico
- Tesistas
- Servicios a Terceros

## 8. Normatividades

- NTP 251.014 MADERA. Método para determinar la compresión axial o paralela al grano.
- NTP 331.017 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos.
- NTP 331.018 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Metodos de ensayo para determinar las propiedades de ladrillo de arcilla.
- NTP 399.034 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Especificación normalizada para morteros (2003).
- NTP 339.034 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
- NTP 339.059 CONCRETO. Método para la obtención y ensayos de corazones diamantinos y vigas cortadas de hormigón (concreto).
- NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
- NTP 339.131 SUELOS. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo.
- NTP 339.132 SUELOS. Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz  $N_{\mu 200}$  ( $75\mu m$ ).

- NTP 339.134 SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).
- NTP 339.141 SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m<sup>3</sup> (56 000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)).
- NTP 339.143 SUELOS. Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.
- NTP 339.146 SUELOS. Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.
- NTP 339.185 SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
- NTP 399.034 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Especificación normalizada para morteros
- NTP 399.605 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prisma de albañilería.
- NTP 399.613 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
- NTP 400.010 AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras
- NTP 400.012 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.
- NTP 400.019 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75µm (N° 200) por lavado en agregados.
- NTP 400.021 SUELOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.



## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 1. Identificación de Procesos

Según la norma ISO 9001 (2015) precisa que, un proceso es un conjunto de actividades que se encuentran relacionadas o interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en los resultados. Para determinar los procesos debemos de tener en cuenta:

- Identificar las entradas necesarias y salidas de cada uno de los procesos de laboratorio.
- Determinar las secuencias e interacción de todas las actividades.
- Establecer y aplicar los criterios y métodos necesarios para asegurar la operación y el control.
- Reconocer cuáles son los recursos necesarios.
- Abordar los riesgos y oportunidades de cada proceso.
- Definir los indicadores correctos para determinar que el proceso logra los resultados esperados.
- Implementar los cambios necesarios para asegurar que los procesos se llevan a cabo con éxito.
- Mantener la información documentada.
- Conservar la información documentada para utilizarla de apoyo durante la realización de las operaciones en los procesos.

Para lograr identificar los procesos del sistema de gestión del laboratorio. Se tuvo que conocer a todos y cada uno de los componentes de la organización, para no carecer de sentido alguno, pues en definitiva de lo que se trata es de que todo lo escrito en la documentación del sistema sea lo que realmente se realice en cada uno de los procesos o actividades del laboratorio, para satisfacer los requerimientos del sector Académico, Tesis y Servicios a Terceros. Es por esto que dar a conocer el sistema de calidad en todos los niveles sea algo

imprescindible, esto se logró mediante una acción conjunta entre el personal de laboratorio, el equipo del Departamento de Calidad de la UCSM y mi persona.

El primer paso fue involucrar al personal en las tareas de descripción, diseño e implantación del sistema de gestión de calidad, logrando la participación y compromiso del personal.

Se preparó borradores de los procedimientos con instrucciones a los que son o acabarán siendo sus responsables, aprovechando los conocimientos y experiencia que cada persona tiene en la actividad que ejecuta día a día, obteniendo mayor exactitud en los resultados y un mayor compromiso en la posterior implantación o puesta en marcha del procedimiento. El responsable de la gestión de la calidad de la UCSM solo tendrá que verificar la conformidad con los requisitos de la norma y dar forma al documento.

Paralelamente, es necesario comunicar y explicar al personal el objetivo final de la implantación del sistema de gestión de calidad, es decir, la mejora continua de los procesos para lograr la mayor satisfacción del cliente, dejando claro que una vez implantado el sistema se debe seguir con la tarea de identificar las posibles mejoras de los procesos.

El personal tomará este nuevo enfoque como un trabajo extra y sin valor alguno, como el tener que ser entrevistados, elaborar informes y en definitiva, quitarle tiempo de su jornada de trabajo para luego obtener ventajas dentro de las funciones que ejecutan dentro del laboratorio.

Mi labor como responsable del sistema de gestión de la calidad e identificación de procesos es hacer ver a todo el personal, en todos los niveles jerárquicos, que cada uno de ellos es un eslabón de la cadena y que la falta de calidad en uno de los eslabones tirará por tierra los esfuerzos del resto de compañeros. La calidad es una cuestión de compromiso de equipo y de interrelaciones personales conjuntas, para no nadar río arriba comúnmente llamado “resistencia al cambio”.

La aplicación de estas cuestiones en el laboratorio de la EPIC. La concienciación y explicación del funcionamiento del sistema de gestión de calidad se continuaron a lo largo del proceso de diseño, transmitiéndoles la finalidad de sus tareas, la importancia de la calidad de las salidas de sus procesos, de la medición y control de los mismos y siempre teniendo

en cuenta la opinión y sugerencias de todos ante la elaboración de cualquier documento relacionado con ellos.

Con relación a la alta dirección y la verdadera utilidad de la implementación de un sistema de gestión de la calidad es la certificación por requisito de sus clientes y los indicadores para medir el grado de mejora de los procesos que peor funcionan, el número de problemas y los gastos.

## **2. Caracterización de Procesos**

### **2.1 Caracterización**

Según la norma ISO 9001 (2015) menciona que, la caracterización de procesos consiste en identificar condiciones y/o elementos que hacen parte del proceso, tales como: ¿Quién lo hace?, ¿Para quién o quienes se hace?, ¿Por qué se hace?, ¿Cómo se hace?, ¿Cuándo se hace?, ¿Qué se requiere para hacerlo? Los mismos que deben documentarse en función de la naturaleza de sus actividades, teniendo en cuenta los requisitos del cliente y/o usuario.

El ciclo de mejora continua Planificar, Hacer, Verificar Actuar (PHVA) , nos permite mantener la competitividad de nuestros productos y servicios, mejorar la calidad, reducir los costos, mejora en la productividad, reducción de precios y un aumento de la rentabilidad de la empresa, que se implementaron para cada uno de los procesos, mejorando cada uno de los siguientes puntos.

#### **a) Tipo**

Tipo del documento que corresponde según las autoridades asignen.

#### **b) Dueño del Proceso**

Es el encargado responsable del proceso.

#### **c) Propósito**

Es el objetivo a lograr mediante la realización del proceso. Se compone de un verbo en infinitivo, más la salida principal más los atributos.



**d) Alcance**

Donde inicia y hasta dónde va el proceso.

**e) Requisitos Normativos**

Documentos normados para la ejecución de la actividad.

**f) Proveedor**

Suministran elementos necesarios para efectuar el proceso.

**g) Entradas**

Una o más actividades puedes requerir un elemento para dar inicio a una actividad o proceso. Este proceso pasa a través de una transformación para convertirse en una salida.

**h) Actividad**

Es el conjunto de elementos secuenciales que conforman un proceso.

**i) Control del Riesgo**

Control de los atributos para la salida de lo que se va a entregar.

**j) Salidas**

Son los elementos transformados resultantes de un proceso. A menudo puede considerarse que la salida de proceso corresponde la entrada del siguiente.

**k) Receptor**

Es quien recibe el elemento resultante del proceso.

**l) Indicador(es)**

Es un valor que sirve para medir el comportamiento de las variables, en función del nivel de logro de un objetivo o meta planificados.

### m) Riesgos del Proceso

Posibles riesgos en la ejecución de la actividad y afectan notablemente las salidas del proceso.

### n) Documentos Aplicados

Información con medio de soporte relacionada con el proceso.

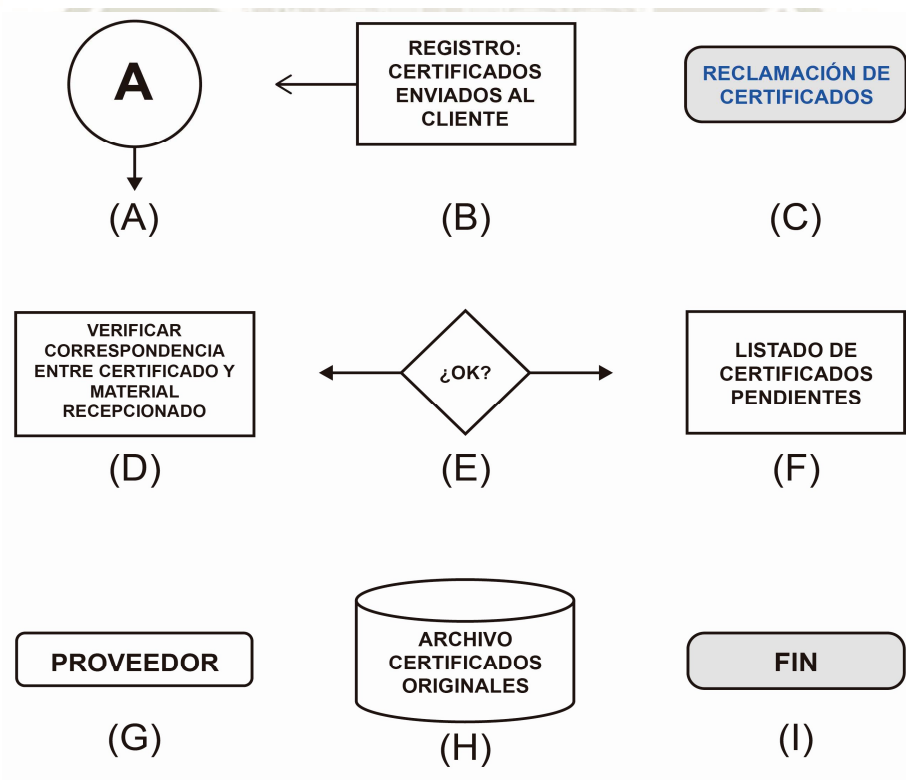
### o) Registros

Soluciones posibles que puedan ayudar cuando ocurran riesgos del proceso.

## 2.2 Mapa de procesos

Según la norma ISO 9001 (2015) menciona que, los diagramas o mapas de procesos muestran cada una de las tareas que lo componen, recogiendo además la interacción entre estas. Su finalidad es, por un lado obtener una vista aérea de la actividad para poder detectar mejoras y por otro lado, servir de documento de consulta para sus propietarios.

*Ilustración 1: Símbolos utilizados en la representación de procesos.*



Fuente: <http://iso9001calidad.com/como-elaborar-un-flujograma-136.html> (2015)

Pues bien, gracias a la caracterización de procesos se tienen definidos los elementos de entrada y de salida, así como los recursos necesarios y las tareas que componen el proceso. A partir de estos datos resulta mucho más fácil la elaboración de los diagramas de procesos o flujo-gramas.

(A): Indica salto de un lugar del diagrama a otro. El origen y destino de dicho salto se indica con este símbolo con la misma letra en su interior. Se utilizan para evitar un exceso de flechas de conexión.

(B): La flecha discontinua indica simplemente una relación de los elementos del diagrama, sin que ello signifique que el proceso deriva hacia el elemento señalado.

(C): Estos recuadros redondeados, con fondo gris y letras en azul, representan otros procesos o subprocesos del sistema. A la vez pueden ser entradas o salidas del proceso. Cuando esto ocurre, puede ser conveniente consultar el procedimiento documentado relacionado con aquel proceso para mayor información.

(D): Un rectángulo con fondo blanco indica una actividad o acción dentro del proceso.

(E): Un rombo con una pregunta en su interior indica una decisión que tiene normalmente dos alternativas. En las líneas de conexión que salen del rombo se indican las respuestas a la pregunta, que dan lugar a los caminos seguidos en función de estas respuestas.

(F): Estos recuadros con líneas en sus lados se utiliza para indicar documentos del sistema, como registros, informes, fichas, etc. En su interior se indica el tipo de documento.

(G): Rectángulos con los cantos redondeados se usan para indicar entradas y salidas del proceso.

(H): Este otro elemento es utilizado para indicar archivos físicos o bases de datos en soporte magnético (ordenador).

(I): Un rectángulo redondeado con la palabra «FIN» indica final del proceso. En la mayoría de los casos, el proceso vuelve a iniciarse una vez finalizado, de forma continua.



### 3. Laboratorio de Tecnología del Concreto

- El objetivo del laboratorio de tecnología del concreto es ampliar de conocimientos científicos orientados a la aplicación del concreto en la construcción, integrar el conocimiento necesario para preparar al futuro Ingeniero Civil en esta rama que es de vital importancia; que requiere dedicación, investigación y experimentación.
- Para cada elemento del concreto, en el laboratorio de tecnología del concreto se estudiará teóricamente sus características físicas, químicas y mecánicas, que luego serán base de información para el desarrollo de un parámetro de diseño (diseño de mezclas).
- El laboratorio debe satisfacer la necesidad de investigación e innovación permanentemente.

Los principales ensayos que se analizarán para este proyecto serán los siguientes:

#### 3.1 Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras cilíndricas

##### a) Objetivo

Según lo indica la Norma Técnica Peruana 339.034 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas (2015) establece como determinar la resistencia a la compresión en probetas cilíndricas de 4" 6" de concreto. Este ensayo está limitado al concreto que tiene una masa unitaria mayor de  $800 \text{ kg/m}^3$ .

##### b) Importancia de la Aplicación del Método

- El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla.
- Los resultados de este ensayo son usados como una referencia para el control de calidad del concreto y cumplimiento con las especificaciones.

### c) Equipos

- Vernier electrónico (1 mm).
- Una prensa hidráulica o máquina de compresión 0.25 +/- 0.05 MPa/s (1 kgf).
- Placas adicionales: para evitar el desgaste del material y que solo falle por la compresión que se le aplicará.
- Carro de mano, para transportar carga pesada.

### d) Ensayo de Resistencia a la Compresión

- Las probetas serán protegidas de la pérdida de humedad. éstas serán ensayadas en condiciones húmedas.
- Se asume que todas las probetas ensayadas cumplen la relación longitud diámetro estándar mayor a 1,75 para no corregir el ensayo por el factor adecuado.
- Limpiar las caras de los bloques superior e inferior de la probeta de ensayo, cuidadosamente colocarla dentro del bloque inferior, alineándola con el eje al centro del empuje.
- Procedemos a someter a las probetas a la prueba de rotura.
- Calculamos el esfuerzo, la división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo entre el promedio de las dos áreas de las caras de la probeta.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Donde:

$\sigma$  = Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup> o MPa)

F = Carga o fuerza obtenida en la máquina (kgf)

A = Área promedio de las caras cilíndricas (mm<sup>2</sup>)

- No se requiere calcular la densidad del espécimen

#### **e) Consideraciones del ensayo dentro de la plataforma**

- En la primera parte del ensayo se requiere colocar el esfuerzo específico requerido para una comparación con las probetas ensayadas.
- Se requerirá verificar la perpendicularidad de las probetas a ensayar.
- Para las muestras se registrará los diámetros de ambas caras medidas por el usuario, a 1 mm de aproximación.
- Para las muestras ensayadas se registrará las fechas de vaciados y fecha de rotura del testigo según se indique el formulario.
- Se podrá ingresar el tipo de probeta a ensayar (Concreto o Cal).
- Se registrará la resistencia de falla que las probetas alcanzan, según se indique la maquina compresora (1 kgf).
- Resistencia a la compresión calculado con una aproximación a 0.1 MPa.
- A continuación, el sistema prepara un certificado y una vista web de los datos y resultados de los ensayos como constatación de la prueba desarrollada.

### **3.2 Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras prismáticas**

#### **a) Objetivo**

- Según lo indica la Norma Técnica Peruana 399.034 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Especificación normalizada para morteros (2003), establece como determinar la resistencia a la compresión simple de muestras prismáticas de cal, concreto, morteros y roca; de 5 cm por 5 cm o de 10 cm por 10 cm, en obra, aproximadamente.
- Conocer las propiedades mecánicas de las muestras de concreto prismáticas del concreto, mortero, cal y rocas.



### **b) Importancia de la Aplicación del Método**

Con este ensayo determinamos propiedades de muestras prismáticas de concreto, cal o rocas de construcción, las cuales luego serán usadas como base para la proyectos de ingeniería.

### **c) Equipos**

- Vernier electrónico (1 mm)
- Una prensa hidráulica o máquina de compresión 0.25 +/- 0.05 MPa/s (1 kgf).
- Placas adicionales: para evitar el desgaste del material y que solo falle por la compresión que se le aplicará.
- Carro de mano, para transportar carga pesada.

### **d) Ensayo de Resistencia a la Compresión**

- La muestra se limpia inicialmente liberándola de polvo y partículas pequeñas adheridas a su superficie.
- Se corta una muestra de a lo largo y los extremos se pulen para que queden planos.
- Se realiza la medición de ambas caras en contacto con la prensa hidráulica.
- Se pone el espécimen en la prensa hidráulica o máquina de compresión, de tal forma que el pistón de la máquina quede paralelo a las caras transversales de la muestra.
- Procedemos a someter a los prismas a carga axial hasta que se obtenga la carga pico y la falla.
- Calculamos la división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el promedio de las dos áreas de las caras del prisma.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Donde:

$\sigma$  = Esfuerzo ( $\text{kg}/\text{cm}^2$  o MPa)

F = Carga o fuerza obtenida en la maquina (kgf)

A = Área promedio de las caras prismáticas ( $\text{mm}^2$ )

#### e) Consideraciones del ensayo dentro de la plataforma

- Se ingresará el tipo de prisma a ensayar (Dado de Concreto o Mortero, Dado de Cal o de Roca).
- Se verificará la perpendicularidad de sus caras.
- Se registra a medición de ambas caras en contacto con la prensa hidráulica el sistema determinará el promedio de ambas áreas con la precisión de 1 mm.
- Para las muestras ensayadas se registrará las fechas de vaciados y fechas de rotura de las muestras según se indique el formulario.
- Se registrará la resistencia de falla que los prismas alcanzan, según indique la maquina compresora (1 kgf).
- Resistencia a la compresión calculado con una aproximación a 0.1 MPa.
- A continuación, el sistema prepara un certificado y una vista web de los datos y resultados de los ensayos como constatación de la prueba desarrollada.

### 3.3 Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos diamantinos en muestras cilíndricas

#### a) Objetivo

Según lo indica la Norma Técnica Peruana 339.059 CONCRETO. Método para la obtención y ensayos de corzones diamantinos y vigas cortadas de hormigón (concreto) (2001), establece como determinar la resistencia del concreto por medio del método de extracción de núcleos con diamantina.

## **b) Importancia de la Aplicación del Método**

- La importancia de estos métodos es que nos permiten determinar la resistencia de un concreto el cual ya es parte de una estructura en funcionamiento, con esto determinar si se cumple el valor de diseño y si necesita ser reforzada o en su caso demolida.
- Conocer el procedimiento, materiales y equipo necesario para la extracción de núcleos perforados de concreto y la determinación de su resistencia a la compresión.

## **c) Equipos**

- Taladro perforador de especímenes cilíndricos y soporte con caucho especial en la base para vacío.
- Compresor de aire con dispositivo especial para vacío y caucho para vacío.
- Una prensa hidráulica o máquina de compresión  $0.25 \pm 0.05$  MPa/s (1 kgf).
- Brocas.
- Manguera de agua con adaptador de grifo de agua y adaptador al taladro perforador.
- Llaves de tubo para asegurar la broca.
- Sierra cortadora de concreto.
- Vernier metálico (1 mm).
- Tornillo micrométrico o calibrador.
- Detector de metales.
- Carro de mano, para transportar carga pesada.



#### **d) Ensayo de resistencia a la Compresión**

- Verificamos que la base del aparato tenga un caucho especial a lo largo de su base para que se conecte con la bomba de vacío, y se adhiera a cualquier superficie.
- Ubicamos el taladro en el lugar a perforar donde previamente no se detectó ningún elemento metálico con el detector de metales.
- Conectamos el dispositivo de la bomba de vacío a la base del taladro de extracción mediante tornillos.
- Conectamos la manguera de agua a una llave cercana y al taladro para que el agua bañe la punta de la broca diamantada y no se dañe.
- Tomar especímenes solamente cuando el concreto esté endurecido, para lograr una perfecta unión entre el mortero y el agregado grueso. No usar especímenes dañados, podrán utilizarse siempre y cuando se remueva la parte dañada y se ajuste a la longitud conveniente. No usar especímenes que contengan refuerzo embebido para determinar su resistencia.
- Humedecemos la superficie de asentamiento de la base del taladro. Colocamos la base del taladro sobre la superficie a perforar, nivelamos la base del taladro con los tornillos niveladores, encendemos el compresor con la bomba de vacío para que quede acoplada la base del taladro con la superficie del espécimen a perforar dándonos una lectura en el manómetro. El espécimen se debe taladrar perpendicular a la superficie, no se debe taladrar cerca de juntas formadas o de los bordes.
- Conectamos el taladro de extracción a una toma de corriente o al generador de energía y empezamos a taladrar perpendicularmente a la superficie, abriendo el paso de agua para no dañar la broca.
- Evitar el movimiento del taladro, horizontalmente porque puede romper el espécimen, además se puede perder la adhesión de la base del taladro.

- Una vez que ya se tenga el espécimen requerido, determinar su longitud y diámetro luego verificamos la perpendicularidad del espécimen.
- Sellar el orificio dejado por el taladro con concreto fresco.
- Calcular la resistencia a la compresión usando el área de la sección transversal basada en el diámetro promedio del espécimen. Si la relación longitud-diámetro (L/D) es 1.75 o menos, multiplicar el valor de la resistencia a la compresión por el Factor de Corrección especificado en la Tabla 1 o utilizando su respectiva interpolación.

$$\sigma = \frac{F}{A} (\alpha)$$

Donde:

$\sigma$  = Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup> o MPa)

F = Carga o fuerza obtenida en la maquina (kgf)

A = Área promedio de las caras prismáticas (mm<sup>2</sup>)

l/d = Relación longitud diámetro.

$\alpha$  = Factor de corrección.

*Tabla 1: Tabla de interpolación para la relación l/d*

Relación diámetro/longitud (L/D)	Resistencia factor de corrección
1.75	0.98
1.50	0.96
1.25	0.93
1.00	0.87

*Fuente: NTP 339.034 (2001)*

#### **e) Consideraciones del ensayo dentro de la plataforma**

- Para las muestras ensayadas se registrará las fechas de extracción y de rotura del corazón diamantino según se indique el formulario.

- Verificamos la perpendicularidad de los especímenes a ensayar dentro de la plataforma.
- Para las muestras se registrará los diámetros de ambas caras y el largo del corazón diamantino (1 mm) indicada en los formularios.
- Se registrará la resistencia de falla que los testigos alcanzan, según se indique la maquina compresora (1 kgf).
- Resistencia a la compresión calculado con una aproximación a 0.1 MPa.
- A continuación, el sistema prepara un certificado y una vista web de los datos y resultados de los ensayos como constatación de la prueba desarrollada.

#### **4. Laboratorio de Materiales de Construcción**

##### **4.1 Determinar las propiedades en unidades de albañilería**

###### **a) Objetivos**

- Clasificar el ladrillo escogido de la muestra según la Norma Técnica Peruana 331.017 (2015).

Según la Norma Técnica Peruana 331.018 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Metodos de ensayo para determinar las propiedades de ladrillo de arcilla (2015), establece como:

- Determinar la variación de dimensiones y alabeo en ladrillos de arcilla cocida.
- Determinar la densidad y porcentaje de vacíos en ladrillos de arcilla cocida.
- Determinar la rapidez inicial de absorción (succión) en ladrillos de arcilla cocida.
- Determinar la absorción y el coeficiente de saturación en ladrillos de arcilla cocida.
- Determinar la resistencia a la compresión en ladrillos de arcilla cocida.



## **b) Importancia de la Aplicación del Método**

Con este ensayo determinamos las propiedades y características de las unidades de albañilería de arcilla cocida, utilizada en la construcción para futuros estudios como un material estructural.

## **c) Equipos**

- Unidades de albañilería de arcilla enteras y secas escogidas dentro de una muestra.
- 1 Regla graduada de 30 cm: para medir las dimensiones del ladrillo o un vernier metálico (1 mm).
- 2 Cuñas de medición de 60 mm de longitud.
- 1 Varilla de acero con borde recto.
- 2 Bandejas metálicas planas no menores a 300 mm x 300 mm, y planitud dentro del rango de 0.025 mm.
- 1 Escobilla de cerdas suaves.
- 1 Probeta graduada con capacidad de 500 ml.
- 1 Hoja de papel con superficie lisa y dura (cartulina) de no menos de 610 mm x 610 mm.
- 2000 ml de arena limpia y seca.
- 1 Bandeja metálica plana, lisa y nivelada.
- Soportes para ladrillos.
- Dispositivo para mantener el nivel del agua constante (Opcional)
- Horno de secado ventilado de 105°C a 115°C
- 1 Balde con capacidad para alojar los especímenes.
- 1 Olla con capacidad para alojar los especímenes.

- 1 Cocina.
- 1 Balanza con una capacidad no menor a 3000 gr y una aproximación a 0.5 gr.
- Una prensa hidráulica o máquina de compresión, capaz de aplicar una fuerza superior a los 2000 kg (1 kgf).

#### **d) Ensayo de Variación de Dimensiones**

Variación de dimensiones en ladrillos de arcilla cocida se determina de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Medir las 5 unidades enteras y secas. Estas unidades deben ser representativas de cada lote, y deben incluir los extremos de los rangos de color y tamaño, según se determina por una inspección visual del cargamento.
- Medir el ancho y largo a través de los dos extremos y en ambas caras, desde el punto medio de los bordes que limitan las caras.
- Registre el largo y ancho esas cuatro medidas con una aproximación de 1 mm; el promedio de las medidas con una aproximación de 0.5 mm.
- Medir la altura a través de ambas caras y ambos extremos desde los puntos medios de los bordes que limitan las caras. Registre estas cuatro medidas con una aproximación de 0.5 mm.
- Reportar el promedio del ancho, largo y alto de cada espécimen ensayado, con aproximación a 1 mm.
- Calcular la variación dimensional con la dimensión con aproximación de 1 %.

$$VD(\%) = \frac{DF - DL}{DL} (100)$$

Donde:

VD = Variación dimensional (%).

DF = Dimensión del fabricante (mm)

DL = Dimensión promedio medio en laboratorio (mm)

#### **e) Ensayo de Alabeo**

Alabeo en ladrillos de arcilla cocida se determina de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Se elimina el polvo adherido a las superficies de los especímenes.

Para superficies cóncavas:

- Colocar la varilla de borde recto longitudinal o diagonalmente a lo largo de la superficie a ser medida, adoptándose la ubicación que se desvíe en mayor medida a una línea recta. Escoger la distancia mayor desde la superficie del espécimen hasta la varilla de borde recto.
- Usando la regla de acero o la cuña, medir esta distancia con aproximación a 1 mm, y registrarla como la distorsión cóncava de la superficie.

Para superficies convexas:

- Colocar el espécimen con la superficie convexa en contacto con una superficie plana y con las esquinas aproximadamente equidistantes a la superficie plana.
- Usando la regla de acero o la cuña, medir la distancia con aproximación a 1 mm de cada una de las cuatro esquinas desde la superficie plana.
- Registrar el promedio de las cuatro medidas como la distorsión convexa del espécimen.

#### **f) Ensayo de Densidad y Porcentaje de Vacíos**

Densidad y porcentaje de vacíos en ladrillos de arcilla cocida se determina de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Medir el ancho y largo a través de los dos extremos y en ambas caras, desde el punto medio de los bordes que limitan las mismas.



- Registre esas cuatro medidas con una aproximación de 1 mm y registre como ancho el promedio de las medidas, con una aproximación de 0.5 mm.
- Medir la altura a través de ambas caras y ambos extremos desde los puntos medios de los bordes que limitan las caras. Registre estas cuatro medidas con una aproximación de 0.5 mm.
- Registrar el promedio del ancho, largo y alto de cada espécimen ensayado, con aproximación a 1 mm.
- Sobre la superficie plana, extender la hoja de papel. Sobre el papel colocar al espécimen a ser ensayado (las perforaciones en dirección vertical).
- Rellenar las perforaciones con arena, permitiendo que ésta caiga libremente. No forzar la arena dentro de las perforaciones.

$$Va = \frac{Pa}{Da}$$

Donde:

Pa = Peso de la arena dentro (g)

Da = Densidad de la arena calibrada (g/cm<sup>3</sup>)

Va = Volumen de la arena (cm<sup>3</sup>)

- Utilizando la varilla de acero con borde recto nivelar la arena de las perforaciones con la parte superior del espécimen.
- Con la escobilla remover el exceso de arena de la parte superior del espécimen y de la hoja de papel.
- Levantar el espécimen de manera que permita que la arena de las perforaciones caiga sobre la hoja de papel.
- Transferir la arena de la hoja de papel a la balanza, pesando y registrando con aproximación a 0.5 g.

- Con una porción separada de arena, llenar un cilindro de 500 ml hasta la graduación de 500 ml, permitiendo que la arena caiga de manera natural y sin agitar ni vibrar el cilindro.
- Transferir esta arena a la balanza, pesando y registrando con aproximación a 0.5 g.
- Cálculo del porcentaje de vacíos.

$$\%(H) = \frac{Vl - Va}{Vl} (100)$$

Donde:

% (H) = Porcentaje de vacíos (%)

Vl = Volumen del ladrillo (cm<sup>3</sup>)

Va = Volumen de la arena (cm<sup>3</sup>)

- Cálculo de la densidad del ladrillo

$$\rho L = \frac{PL}{Vr}$$

Donde:

$\rho L$  = Densidad del ladrillo (g/cm<sup>3</sup>)

PL = Peso del ladrillo (g)

Vr = Volumen real del ladrillo (cm<sup>3</sup>)

### g) Ensayo de Succión

Rapidez inicial de absorción (succión) en ladrillos de arcilla cocida se determina de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Secar los especímenes en un horno ventilado de 105°C a 115°C por no menos de 24 horas.

$$W = Wf - Wi$$

Donde:

$W$  = Diferencia de peso (g)

$W_f$  = Peso final (g)

$W_i$  = Peso Inicial (g)

- Almacenar las unidades sin apilarlas, con separación entre ellas en un cuarto ventilado, a temperatura de  $24^{\circ}\text{C} \pm 8^{\circ}\text{C}$ , con una humedad relativa entre 30 % y 70 % durante un periodo de 4 horas.
- Continuar hasta que dos pesadas sucesivas a intervalos de dos horas, muestren un incremento o perdida no mayor de 0.2 %.
- Medir con una aproximación de 1 mm la longitud y el ancho de la superficie plana del espécimen, para poder determinar el área en contacto con el agua.
- Pesar cada uno de ellos con aproximación a 0.5 g.
- Ajustar la posición de la bandeja, de tal manera que el fondo de la misma este nivelado cuando se ensaye, comprobando con nivel de burbuja.
- Fijar el ladrillo sobre los soportes, agregar agua hasta que el nivel de la misma sea de  $3.18 \text{ mm} \pm 0.25 \text{ mm}$  sobre los soportes
- Cuando el espécimen sea colocado, contar como tiempo cero cuando haga contacto la cara con el agua, esperar  $1 \text{ min} \pm 1 \text{ s}$ , manteniendo el agua dentro de los niveles antes descritos.
- Pasado el tiempo retirar el espécimen, secar con una franela húmeda dentro de los 10 segundos de haber retirado, pesar con una aproximación de 0.5 g dentro de los siguientes 2 min.

$$X = \frac{W_m - W_s}{A_s} \quad (200)$$

Donde:

$W_m$  = Peso del ladrillo con la cara mojada (g)



$W_s$  = Peso del ladrillo seco (g)

$A_s$  = Área de la cara de contacto del ladrillo ( $\text{cm}^2$ )

$X$  = Succión ( $\text{g}/\text{min}/200 \text{ cm}^2$ )

#### **h) Ensayo de Porcentaje de Absorción y Coeficiente de Saturación**

Absorción y el coeficiente de saturación en ladrillos de arcilla cocida se determina de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Secar los especímenes en un horno ventilado de  $105^\circ\text{C}$  a  $115^\circ\text{C}$  por no menos de 24 horas.
- Enfriar y pesar cada uno de ellos con aproximación a 0.1 g.
- Sumergir el espécimen seco y enfriado, sin inmersión parcial previa en agua limpia a temperatura entre  $15,5^\circ\text{C}$  a  $30^\circ\text{C}$  durante 24 horas.
- Retirar el espécimen, limpiar el agua superficial con un paño húmedo y secarlo.
- Pesar todos los especímenes dentro de los cinco minutos siguientes luego de ser retirados del agua.

$$Abs = \frac{100 (W_s - W_d)}{W_d}$$

Donde:

Abs = Porcentaje de absorción (%)

$W_s$  = Peso del ladrillo saturado en agua fría (g)

$W_d$  = Peso seco del ladrillo (g)

- Los mismos especímenes del ensayo anterior deben utilizarse en el estado de saturación en el que se encuentren luego de ese ensayo.
- Sumergir el espécimen en agua limpia. Calentar hasta el punto de ebullición por una hora, hervir continuamente durante 5 horas, y luego enfriar a una temperatura entre  $15.5^\circ\text{C}$  y  $30.0^\circ\text{C}$  por pérdida natural de calor.

- Retirar el espécimen, limpiar el agua superficial con un paño húmedo y pesarlo.
- Pesar todos los especímenes dentro de los 5 minutos después de retirarlos del agua.

$$Abs (max) = \frac{100 (Wb - Wd)}{Wd}$$

Donde:

Abs (máx.) = Porcentaje de absorción máxima (%)

Wb = Peso del ladrillo saturado en agua caliente (g)

Wd = Peso seco del ladrillo (g)

- Calcular el coeficiente de saturación con aproximación de 0.01.

$$Cs = \frac{Ws24 - Wd}{Wb5 - Wd}$$

Donde:

Cs = Coeficiente de saturación (%)

Ws24 = Peso del ladrillo saturado en agua fría 24 horas (g)

Wb5 = Peso del ladrillo satura en agua caliente 5 horas (g)

Wd = Peso seco del ladrillo (g)

### **i) Ensayo de Compresión de Unidades de Albañilería**

Resistencia a la compresión en ladrillos de arcilla cocida se determina de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Medir la longitud y el ancho de ambas caras con aproximación de 1 mm obteniendo el promedio a 0.5 mm el sistema calculara el área de la unidad de albañilería.
- Cubrir las dos caras opuestas de contacto del espécimen con goma laca y dejar secar completamente. Apoyar una de las superficies sobre una capa delgada de

yeso semi hidratado sobre una placa de vidrio o metal sin deformación detectable durante el proceso.

- Repítase del mismo modo con la otra cara del espécimen, y que los espesores de refren sean aproximadamente los mismos sin exceder de 3 mm.
- Aplicar la carga hasta la mitad de la máxima esperada, con cualquier velocidad adecuada. Después de ello ajustar los controles de la máquina de manera tal que la carga remanente sea aplicada con una velocidad uniforme en no menos de un minuto o más de 2 minutos.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Donde:

$\sigma$  = Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup> o MPa)

F = Carga o fuerza obtenida en la maquina (kgf)

A = Área promedio de las caras del ladrillo (mm<sup>2</sup>)

#### **j) Consideraciones del ensayo dentro de la plataforma**

- Debido a que los ensayos son aplicados a un conjunto de unidades de albañilería y tienen como objeto clasificar la unidad según criterios definidos por las Tablas 2, 3 y 4, serán agrupados dentro de un módulo.
- El primer paso será registrar las características del ladrillo a ensayar, la ladrillera, las medidas nominales con aproximación de 1 mm.
- El ensayo siguiente a registrar es el de dimensionamiento de unidades de albañilería.
- El ensayo siguiente a registrar es el de alabeo de unidades de albañilería.
- El ensayo siguiente a registrar es el de densidad y porcentaje de vacíos de unidades de albañilería.
- El ensayo siguiente a registrar es el de succión de unidades de albañilería.



- El ensayo siguiente a registrar es el de porcentaje de absorción y coeficiente de saturación de unidades de albañilería.
- El ensayo siguiente a registrar es el de resistencia a la compresión de unidades de albañilería
- Los ensayos mencionados serán llenados según indican los formularios la precisión están indicada en los mismos, todos los ensayos serán ejecutados según las normas previamente mencionadas.
- A continuación, el sistema prepara un certificado y una vista web como prueba de constatación de la prueba desarrollada, junto con la clasificación de la unidad de albañilería según las siguientes tablas:

Según variación de la dimensión, albeo y resistencia característica a la compresión.

*Tabla 2: Clasificación según variación dimensional, albeo, resistencia característica a la compresión y densidad de unidades de albañilería.*

TIPO	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (1) (máx. en %)			ALABEO (2) (máx. en mm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (mínima daN/cm²)	DENSIDAD (mínimo en g/cm³)
	NORMA TECNICA NACIONAL ITINTEC 331.018					
	Hasta 10 cm	Hasta 15 cm	Hasta 15 cm			
I Alternativa mente	±8	±6	±4	10	Sin limite	1,50
					60	Sin limite
II Alternativa mente	±7	±6	±4	8	Sin limite	1,60
					70	1,55
III	±5	±4	±3	6	95	1,60
IV	±4	±3	±2	4	130	1,65
V	±3	±2	±1	2	180	1,70

*Fuente: NTP 331.017 (2015)*

Según la succión.

*Tabla 3: Clasificación según succión de unidades de albañilería..*

TIPO	SUCCIÓN (g/min/200cm <sup>2</sup> )
I	61
II	66
III	53
IV	45
V	38

*Fuente: NTP 331.017 (2015)*

Según la absorción máxima y el coeficiente de saturación.

*Tabla 4: Clasificación según absorción y coeficiente de saturación de unidades de albañilería..*

TIPO	ABSORCIÓN (máx. en %)	COEFICIENTE DE SATURACIÓN (máximo) (2)
I	Sin Limite	Sin Limite
II	Sin Limite	Sin Limite
III	25	0,90
IV	22	0,88
V	22	0,88

*Fuente: NTP 331.017 (2015)*

## 4.2 Determinación de la resistencia en compresión de pilas de albañilería

### a) Objetivos

Según la Norma Técnica Peruana 399.605 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería (2013), establece como determinar la compresión axial en pilas de unidades de albañilería cosida y clasificar las unidades de albañilería de acuerdo a la resistencia a la compresión que estos presenten.

### b) Importancia de la Aplicación del Método

Este método de ensayo proporciona un medio para evaluar las características de resistencia a la compresión de la construcción de prismas de albañilería en campo o en laboratorio, para determinar las propiedades y características de las unidades de albañilería.

### c) Equipos

- Unidades de albañilería de arcilla enteras y secas.
- 1 Regla graduada de 45 cm y un vernier metálico (1 mm) para medir las dimensiones del ladrillo.
- 2 Cuñas de medición de 60 mm de longitud.
- 1 Varilla de acero con borde recto.
- Una prensa hidráulica o máquina de compresión  $0.25 \pm 0.05$  MPa/s (1 kgf).

### d) Ensayo de Compresión de Pilas de Albañilería

- Construir las pilas con unidades representativas con una capa de mortero de 3.00 mm, con una altura mínima de dos unidades y con una relación alto – espesor hp/tp, entre 1.3 y 1.5.
- Cubrir las dos caras opuestas de contacto del espécimen con goma laca y dejar secar completamente. Apoyar una de las superficies sobre una capa delgada de yeso semi hidratado sobre una placa de vidrio o metal sin deformación detectable durante el proceso.
- Repítase del mismo modo con la otra cara del espécimen, y que los espesores de refren sean aproximadamente los mismos sin exceder de 3 mm.
- Registrar la longitud y el ancho en ambos bordes de las caras superior e inferior de los prismas con aproximación de 1 mm, medir la altura del prisma en el centro de cada cara con una aproximación de 1 mm, determinando la altura del prisma promediando las cuatro medidas.
- Después de las primeras 48 h de curado de prismas contruidos, mantener los prismas en bolsas en una zona con una temperatura de  $24^{\circ}\text{C} \pm 8^{\circ}\text{C}$ , dos días antes de la prueba, retire las bolsas de humedad apretada y continuar el almacenamiento a una humedad relativa inferior al 80 %.



- Aplicar la carga, con una velocidad uniforme en no menos de un minuto o más de 2 minutos.
- Multiplicar la resistencia a la compresión por el factor de corrección altura espesor para la resistencia en compresión de pilas de albañilería.

Tabla 5: Factores de corrección altura/espesor para la resistencia en compresión de prismas de albañilería.

Relación (hp/tp)	Factor de corrección
1.3	0.75
1.5	0.86
2.0	1.0
2.5	1.04
3.0	1.07
4.0	1.15
5.0	1.22

Fuente: NTP 399.605 (2013)

- Calcular la resistencia a la compresión de albañilería,  $f_{mt}$ , con una precisión de 10 psi (69 kPa), para cada conjunto de pilas se promediará los valores obtenidos.

$$\sigma = \frac{F}{A}(\alpha)$$

Donde:

$\sigma$  = Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup> o MPa)

F = Carga o fuerza obtenida en la maquina (kgf)

A = Área promedio de las caras prismáticas (mm<sup>2</sup>)

$\alpha$  = Factor de corrección.

hp/ht = Relación altura de la pila sobre espesor del murete.

#### e) Consideraciones del ensayo dentro de la plataforma

- En la primera parte del ensayo registramos los datos principales de la muestra a ensayar.

- El largo, alto y ancho de la pila de ladrillo (1 mm) serán llenados según indican los formularios, la precisión está indicada en los mismos, el ensayo será ejecutado según la norma previamente mencionada.
- El ensayo tiene en consideración el factor de corrección altura espesor registrando la carga máxima en compresión soportada en (1 kgf) del prisma de albañilería ensayado.
- La resistencia a la compresión de la albañilería fnt para cada muestra será calculada con aproximación a los 69 kPa más próximos en los informes.
- A continuación, el sistema prepara un certificado y una vista web de los datos y resultados de los ensayos como constatación de la prueba desarrollada.

#### **4.3 Determinar la compresión simple, perpendicular o paralela en madera**

##### **a) Objetivos**

- Según la Norma Técnica Peruana 251.014 MADERA Método para determinar la compresión axial o paralela al grano (2014), establece como determinar la compresión axial en la madera.
- Determinación de la resistencia a la compresión de muestras de madera, ensayándolas perpendicular o paralelo a la fibra.
- Clasificar la madera escogida de acuerdo a los esfuerzos resistidos, tomando como base la Norma Técnica de Edificación 010 (2006).

##### **b) Importancia de la Aplicación del Método**

Con este ensayo determinamos propiedades de la madera utilizada en la de construcción, para los futuros estudios de esta como un material estructural.

##### **c) Equipos**

- Muestras de madera elegida dimensionada, libre de materiales adheridos a su superficie de dimensiones: 0.05 x 0.05 x 0.15 m aproximadamente.
- Vernier metálico (1 mm).

- Placas adicionales: para evitar el desgaste del material y que solo falle por la compresión que se le aplicará.
- Una prensa hidráulica o máquina de compresión, capaz de aplicar una fuerza superior a los 2000 kg (1 kgf).

#### **d) Ensayo de Compresión Axial Paralela o Perpendicular en Madera**

- La muestra se limpia inicialmente liberándola de polvo y partículas pequeñas adheridas a su superficie.
- Los extremos se pulen para que queden planos.
- Se realiza la medición del largo y ancho de ambas caras superior e inferior en contacto con la prensa hidráulica o maquina compresora, con aproximación a 1 mm, y se determina el promedio de ambas áreas con aproximación a 0.5 mm.
- Se pone el espécimen la prensa, de tal forma que el pistón de la máquina quede paralelo o perpendicular a las vetas transversales de la muestra, según indique el tipo de compresión a ensayar.
- Se aumenta de manera continua la carga axial en el espécimen hasta que se obtenga la carga pico y la falla de la maquina compresora (1 kgf).

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Donde:

$\sigma$  = Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup> o MPa)

F = Carga o fuerza obtenida en la maquina (kgf)

A = Área promedio de las caras prismáticas paralela o perpendicular (mm<sup>2</sup>)

#### **e) Consideraciones del ensayo dentro de la plataforma**

- Tanto el ensayo de compresión perpendicular a la fibra y paralela a la fibra se podrán realizar en conjunto, especificando la dirección de la madera en la plataforma.



- La primera parte del ensayo se registra las características de la muestra.
- En la segunda parte los ensayos se registran las medidas largo y ancho con una precisión de 1 mm.
- Se registrará la resistencia de falla que las probetas alcanzan, según se indique el formulario en kgf.
- Resistencia a la compresión calculado con una aproximación a 0.1 MPa y clasificación de la madera según la misma.

Tabla 6: Esfuerzos Admisibles (Madera).

Grupo	Esfuerzos Admisibles MPa(kg/cm <sup>2</sup> )				
	Flexión $f_m$	Tracción Paralela $f_t$	Compresión Paralela $f_{c//}$	Compresión Perpendicular $f_{c\perp}$	Corte Paralelo $f_v$
A	20,6 (210)	14,2 (145)	14,2 (145)	3,9 (40)	1,5 (15)
B	14,7 (150)	10,3 (105)	10,8 (110)	2,7 (28)	1,2 (12)
C	9,8 (100)	7,3 (75)	7,8 (80)	1,5 (15)	0,8 (8)

Fuente: Norma Técnica de Edificación 10 (2006).

- A continuación, el sistema prepara un certificado y una vista web de los datos y resultados de los ensayos como constatación de la prueba desarrollada.

## 5. Laboratorio de Suelos

### 5.1 Ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino

#### a) Objetivos

- Según la Norma Técnica Peruana 339.146 SUELOS Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino (2014), establece como proveer un método de campo rápido para determinar cambio en la calidad de los agregados durante la producción o colocación.
- El propósito de este método es indicar, bajo condiciones estándar, las proporciones relativas de suelos arcillosos o finos plásticos y polvo en suelos granulares y agregados finos que pasan el tamiz N° 4 (4,75 mm).

### **b) Importancia de la aplicación del método**

Este método de ensayo asigna un valor empírico a la cantidad relativa, fineza y carácter del material arcilloso presente en el espécimen de ensayo.

### **c) Equipos**

- Un recipiente cilíndrico de aproximadamente 57 mm ( $2\frac{1}{4}$ "") de diámetro teniendo una capacidad de  $85 \pm 5$  ml.
- Tamiz N° 4 (4.75mm).
- Botellas, 2 de 3.8 L (1.0 gal) para almacenar la solución Cloruro de Calcio Anhidro, 454 g (1.0 lb) de grado técnico.
- Embudo, boca ancha, para transferir la muestra dentro del cilindro graduado.
- Recipientes planos, para mezclado.
- Reloj o cronómetro, con lecturas en minutos y segundos.
- Horno, Eléctrico a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ \text{C}$
- Agitador Mecánico (Opcional)

### **d) Ensayo del valor equivalente de arena de suelos**

- Obtenemos unos 1500 g de material a ensayar que pasa la malla No. 4.
- Continúe el tamizado hasta no más de 1 % en peso del residuo que pasa la malla N° 4 durante 1 minuto.
- Fracture los grumos de material en la fracción gruesa que pasa la malla No. 4 (4.75 mm). Use un mortero de hule o cualquier otro medio que no cause degradación apreciable del agregado.
- Secar el espécimen de ensayo a peso constante de  $110 \pm 5^\circ \text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ \text{C}$ ) y enfríe a temperatura del cuarto antes del ensayo.
- Sifonee  $4 \pm 0.1$  pulg. ( $102 \pm 3$  mm) (Indicado en el cilindro graduado) de la solución de trabajo de cloruro de calcio en un cilindro plástico.

- Vierta uno de los especímenes de ensayo en el cilindro plástico usando el embudo para evitar derrames.
- Permita que el espécimen humedecido y cilindro permanezcan inalterados por  $10 \pm 1$  minutos.
- Al final de los 10 min del período de humedecimiento, tape el cilindro, entonces afloje el material del fondo mediante la inversión parcial del cilindro y agítelo simultáneamente.
- Sostenga el cilindro en una posición horizontal y agite vigorosamente con un movimiento lineal horizontal de extremo a extremo.
- Agite el cilindro 90 ciclos en aproximadamente 30 s usando un lanzamiento de  $23 \pm 3$  cm ( $9 \pm 1$  pulg.).
- Permita que el cilindro y su contenido permanezcan inalterados por  $20 \text{ min} \pm 15\text{s}$ .
- Al final de los 20 min del período de sedimentación, lea y registre el nivel de la arcilla en suspensión como se describe más adelante. Esta se referirá como la “lectura de arcilla”.
- Si el tiempo de sedimentación total excede de 30 min, repita el ensayo usando tres especímenes individuales del mismo material.
- Calcule el equivalente de arena al más cercano 0.1 %. Si el equivalente de arena calculado no es un número redondo, reporte este como el siguiente número entero superior; si el valor promedio no es un número entero, este es aumentado al siguiente número entero mayor.

$$Eq = \frac{Aa}{Af} (100)$$

Donde:

Eq = Equivalente de arena (%)



Aa = Altura máxima de la arena (mm)

Af = Altura máxima de los finos (mm)

#### e) Consideraciones del sistema

- El ensayo está diseñado para calcular el promedio de un total de muestras según lo requiera el usuario.
- En la primera parte del ensayo se registra la características de las muestra a ensayar.
- Se registra los tiempos (Hora de entrada de saturación, Hora de salida de saturación, Hora de entrada a decantación, Hora de salida de decantación).
- Se registra la altura máxima del material fino y de la arena al pasar los 20-30mm de sedimentación, según los formularios previamente diseñados, con aproximaciones indicadas.
- A continuación, el sistema prepara un certificado y una vista web de los datos y resultados de los ensayos como constatación de la prueba desarrollada, con el equivalente de arena y el promedio del conjunto de muestras ensayadas.

### 5.2 Determinación de material más fino que el tamiz 75 $\mu$ m (N° 200) en suelos

#### a) Objetivo

Según la Norma Técnica Peruana 339.132 SUELOS Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz N $\mu$ 200 (75 $\mu$ m) (2014) establece, describir el procedimiento para determinar, por lavado, la cantidad de material fino que pasa por el tamiz N°200.

#### b) Importancia de la aplicación del método

Consiste en la separación de partículas menores que 75 $\mu$ m(N°200). Se efectúa por lavado con agua a través del tamiz N°200 (75 $\mu$ m).

#### c) Equipos

- Balanza de precisión 0.01 g.

- Tamice inferior ÷ N° 200 y tamiz superior N° 4.0
- Dos recipientes.
- Horno, Eléctrico a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ \text{C}$ .

**d) Ensayo para determinar el material más fino que el tamiz N°200**

- La muestra no se sumerge en un agente floculante, se aplica para suelos granulares.
- Tome una muestra representativa de agregado. Reducción de muestra por cuarteo y registre el peso antes del lavado con una precisión de 0.01 g.
- Seque la muestra de ensayo hasta una masa constante a una temperatura que no exceda los  $110 \pm 5^\circ \text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ \text{F}$ ) y luego pese la muestra con una precisión de 0.01 g.
- Ponga la muestra sobre los tamices y asegúrese que todo el material sea transferido, por medio de un chorro de agua.
- Lave la muestra utilizando ligeramente la mano para facilitar el proceso de lavado hasta que el agua que pase por el tamiz inferior sea clara.
- Solo para suelos cohesivos sumergir el material en un agente floculante por un mínimo de dos horas.
- Agitar la muestra dentro de los tamices por medios manuales o mecánicos.
- Pesar el suelo seco al horno después del lavado y luego el peso del suelo seco pasante el tamiz N°200.

$$\% P = \frac{Pls - PFs}{Pls} (100)$$

Donde:

% P = Porcentaje pasante N° 200 (%)

Pls = Peso inicial seco de la muestra (g)

PFs = Peso final lavado seco al horno (g)

#### **e) Consideraciones del sistema**

- En el ensayo dentro del sistema se registrara el peso húmedo de la muestra el peso seco y el peso del material pasante para el cálculo de los resultados, de acuerdo a la presión indicada en los formularios del sistema.
- Se debe registrar el nombre de la calicata y también el estrato junto con la fecha del muestreo y la fecha del ensayo, teniendo en consideración que todos los ensayos registran automáticamente la fecha de creado y actualizado del ensayo.
- A continuación, el sistema prepara un certificado y una vista web de los datos y resultados de los ensayos como constatación de la prueba desarrollada.

### **5.3 Clasificación de suelos para fines de ingeniería y construcción de carreteras (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)**

#### **a) Objetivos**

- Según la Norma Técnica Peruana 339.134 SUELOS Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS) (2014), describe un sistema para la clasificación de suelos minerales y orgánicos con propósitos de ingeniería, basado en la determinación en el laboratorio de las características de granulometría, límite líquido e índice plástico, y deberá ser utilizado cuando se requiera una clasificación precisa.
- Este ensayo está limitado a suelos naturales y está basado en el SUCS.

#### **b) Importancia de la aplicación del método**

- El sistema de clasificación identifica tres grandes divisiones de suelos: suelos de grano grueso, suelos de grano fino y suelos altamente orgánicos y estas a su vez pueden ser divididas en 15 grupos básicos.



- Basado en los resultados de observaciones visuales y en ensayos de laboratorio, el suelo es catalogado de acuerdo con los grupos básicos de suelos, asignándoles un símbolo y nombre de grupo, quedando así clasificado.

### c) Equipos

- Además de los aparatos que pueden ser requeridos para obtener y preparar las muestras y conducir los ensayos de laboratorio indicados, se hace necesario una carta de plasticidad y una curva de distribución acumulativa del tamaño de las partículas.
- Los pesos serán registrados con una balanza de precisión 0.1g.
- Juego de tamices de diferentes diámetros.
- Tamizadora eléctrica o mecánica.

### d) Ensayo de clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (SUCS)

- Las muestras deberán ser obtenidas e identificadas de acuerdo con los métodos recomendados y secada al horno a una temperatura que no exceda los 110 +/- 5°C (230 +/- 9°F).
- Las muestras deberán tener de dos a cuatro veces el peso mostrado.
- Cuando se requieran también los ensayos de límite líquido y plástico, se deberá tener material adicional suficiente para obtener de 150 g a 200 g de material más fino que en tamiz N° 200.
- Para los suelos en los cuales se estima que contienen del 5 al 15% de finos, se requiere un gráfico de la distribución acumulativa del tamaño de partículas.
- Se pesan los pesos retenidos en las respectivas mallas se obtiene el peso retenido y el peso retenido acumulado para obtener el porcentaje pasante y de esa manera graficar la curva granulométrica para obtener el Cu y el Cc.

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{10} * D_{60}}$$

Donde:

D<sub>60</sub>, D<sub>30</sub>, D<sub>10</sub> = Diámetros de partículas correspondientes a 60, 30 y 10%

Cu = Coeficiente de uniformidad.

Cc = Coeficiente de curvatura

- Se clasificará los suelos mediante un procedimiento preliminar, nombrando al suelo como de grano fino o grano grueso según el peso seco del espécimen que pasa o es retenido en la malla N° 200.
- Se clasificará los suelos de grano fino, según el límite plástico y el índice de plasticidad, nombrando al suelo como arcilla o limo, de alta o baja plasticidad y sus derivados.
- Se clasificará los suelos de grano grueso, según los diámetros de las partículas correspondientes al 10 30 y 60% de la curva granulometrica calculando el coeficiente de curvatura (Cc) y el coeficiente de unicormidad (Cu), nombrado al suelo como arena o grava, bien o mal graduada y sus derivados.

#### e) Consideraciones del sistema

- Se necesitará el ensayo para Limite Liquido, Limite Plástico e Índice Plástico de Suelos donde el límite líquido e índice plástico estarán de acuerdo con procedimientos estándar aceptados; por otro lado la clasificación de Muestras de Turba Mediante Ensayos de Laboratorio.
- Para la clasificación de suelos de grano fino se utilizará los criterios del (Anexo 22).
- Antes que el suelo pueda ser clasificado de acuerdo a este estándar, generalmente la distribución de tamaños de partículas del material debe ser menor de 3 pulg. (75 mm) y las características de plasticidad del material menor que la malla No. 40 (425 µm) puede ser determinado.

- Aunque todas las mallas estarán dispuestas para el registro dependiendo al tamaño máximo de las partículas o el criterio del usuario las adecuadas para el ensayo serán 3 pulg.,  $\frac{3}{4}$  pulg., No. 4, No. 10, No. 40, No. 200.
- Para suelos estimados a contener menos de 5 % de finos, se requiere un ploteo de la curva de distribución de tamaños de las partículas, por otro lado para suelos estimados a contener 5 a 15 % de finos el límite líquido e índice plástico son requeridos.
- La primera parte a considerar los ensayos de límite líquido y plástico previamente ensayados (generando internamente el índice de plasticidad) con una precisión de 0.1%, si la muestra es orgánica, el tamaño máximo de la muestra, junto con las fechas de muestreo y ejecución del ensayo.
- Se pesa una porción de 10 a 15 g para encontrar la humedad higroscópica que se considera como la pérdida de masa de una muestra secada al aire cuando se seca posteriormente al horno  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $230 + 9^{\circ}\text{F}$ ), expresada como un porcentajea 0.1%.
- En la segunda parte se ingresará los datos obtenidos por el tamizado mecánico escogiendo las mallas a utilizar y dejando las que no se utilicen en blanco con la precisión indicada en los formularios del sistema.
- En el informe se obtendrá la gráfica de la curva granulométrica con los deciles 10, 30, 60, el Cu, Cc con una precisión de 0.01 mm y la calcificación SUCS. (Anexo 22)
- El reporte debe incluir el nombre del grupo, símbolo del grupo, y los resultados de los ensayos de laboratorio. La distribución de los tamaños de las partículas será dada en términos de porcentaje de grava, arena y finos con una aproximación de 0.01%. El porcentaje retenido y porcentaje retenido acumulado y el porcentaje pasante a una precisión de 0.01%. El ploteo de la curva de distribución de tamaños de partículas acumulada será reportada si es usada en la clasificación del suelo.



- A continuación, el sistema prepara un certificado y una vista web de los datos y resultados de los ensayos como constatación de la prueba desarrollada, junto con una tabla del tamizaje, las mallas escogidas y su respectiva curva granulométrica con sus deciles a 10, 30 y 60%.

#### **5.4 Ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos**

##### **a) Objetivo**

Según la Norma Técnica Peruana 339.129 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos (2014), establece los métodos de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de una muestra de suelo. (Anexo 22)

##### **b) Importancia de la aplicación del método**

- El método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos.
- Los límites líquido y plástico de suelos son extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactabilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.
- Los límites líquido y plástico de un suelo pueden utilizarse con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez.

##### **c) Equipos**

- Copa de bronce.
- Base de acrílico.
- Acanalador.

- Contenedores de muestras.
- Balanza precisión 0.01 g.
- Espátula.
- Tamiz N°40.
- Horno ventilado con la capacidad de mantener la temperatura alrededor de la muestra a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

#### **d) Ensayo del límite líquido y límite plásticos**

Límite líquido:

- Para la determinación de este límite se tomaron aproximadamente 100 gramos de material el cual paso el tamiz N° 40.
- Se mezcla completamente con agua destilada y luego se deposita en la copa de Casagrande de forma uniforme.
- Realizar una ranura en el centro para luego permitir que fluya debido a los impactos causados por las repetidas caídas de la copa en un dispositivo manual estándar mecánico o eléctrico a una velocidad aproximada de dos revoluciones por segundo hasta que las dos mitades de la muestra se pusieron en contacto una con otra se registra la cantidad de golpes que se produjeron.
- Extraer una fracción de muestra de la cazuela, y depositarla en un recipiente par luego registrar el peso a una precisión de 0.01 g.
- Llevar la muestra al horno con una temperatura aproximada de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  hasta que se obtiene una masa constante para luego volver a pesar la muestra con una precisión de 0.01 g y obtener el contenido de humedad de la muestra.
- Realizar el mismo procedimiento a tres muestras para luego con los datos obtenidos se realizar una gráfica de curva de fluidez en la que en las abscisas o eje X se ubicaron el números de golpes, y en la ordenada o eje Y se colocaron los contenidos de humedad calculados con una precisión de 0.1%.

- Con estos datos se realizó una línea aproximada a los tres puntos y se leyó el límite líquido a 25 golpes.

Límite plástico:

- Se determina con aproximadamente 20 gramos de material, el cual se prepara previamente mezclándolo con agua destilada.
- Con el material realizar rollitos de unos 3 milímetros de diámetro enrollándolos en la palma de la mano a una razón aproximada de 90 rotaciones por minuto.
- Esto se realiza hasta tener aproximadamente 8 gramos de material. Enrollando alternadamente a un hilo de 3.2 mm una porción pequeña hasta ver fisuras en los rollitos debido a la presión alternada. El hilo de suelo debe llegar al punto de quiebre para no ser más presionado y/o enrollado.
- Se pesó un recipiente vacío con una precisión de 0.01 g, para luego agregar el material y volver a pesar. A continuación la materia se puso a secar en el horno a una temperatura aproximada de 110 °C +/- 5 °C y luego de haber secado los rollitos volver a pesar con una presión de 0.01 g para calcular el límite plástico que es el contenido de humedad del recipiente a 0.1%.
- Realizar de tres a cuatro muestras para obtener un promedio. a 0.1 %.
- El índice de plasticidad es la diferencia del límite líquido y el límite plástico con una precisión de 0.1.

$$IP = LL - LP$$

Donde:

IP = Índice de plasticidad.

LL = Limite liquido

LP = Limite plástico.



#### e) Consideraciones del sistema

- La primera parte del ensayo en la plataforma es para ingresar datos principales de la muestra calicata, estrato, fecha de muestreo y fecha de ensayo, aunque los ensayos registran automáticamente la fecha de creación y actualización.
- Luego en los ensayos relacionados son registrados los resultados de los ensayos con la precisión indicada en cada uno de los formularios tanto para los ensayos de límite líquido y límite plástico en secuencia.
- Si el resultado de los todos los ensayos de límite líquido el número de golpes da menor de 25, se colocará en el informe que el límite líquido no se pudo determinar y se reportara al suelo como no plástico.
- A continuación, el sistema prepara un certificado y una vista web de los datos y resultados de los ensayos como constatación de la prueba desarrollada, junto con una tabla con todos los ensayos tanto del límite líquido o el límite plástico.

### 5.5 Determinación del contenido de humedad de un suelo

#### a) Objetivo

Según la Norma Técnica Peruana 339.185 SUELOS Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2013), establece como obtener el contenido de humedad en los agregados gruesos y finos.

#### b) Importancia de la aplicación del método

Con este ensayo determinamos propiedades de los agregados los cuales posteriormente nos permitirán el desarrollo de una variedad de ensayos relacionados.

#### c) Equipos

- Horno ventilado con la capacidad de mantener la temperatura alrededor de la muestra a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Balanza electrónica con sensibilidad al 0.1% del peso de prueba en cualquier punto del rango de uso.

- Cuchara de metal o espátula de tamaño conveniente.
- Cocina eléctrica
- Bandejas metálicas, bowl.
- Una cápsula de contenedora con tapa.

#### **d) Ensayo del contenido de humedad de los suelos**

- Se realiza el muestreo de acuerdo a la NTP 400.010 Extracción y preparación de las muestras.
- Se determina la masa de la muestra con precisión del 0.1 g.
- Luego esta se seca en el horno a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Se hace enfriar al aire por una a tres horas, pesándola hasta que mantenga un peso constante con precisión de 0.1g.
- En el caso de utilizar una fuente de calor distinta a la del horno como una cocina, revolver la muestra durante el secado para acelerar la operación y evitar sobrecalentamiento localizado.
- La muestra estará suficientemente seca cuando la aplicación de calor adicional cause o pueda causar menos de 0.1 % de pérdida total de masa.
- Determinar la masa seca con aproximación de 0.1 % después de haberse secado y enfriado.

#### **e) Consideraciones del sistema**

- La primera parte del sistema registrará el nombre del material, cantera fecha de muestreo y fecha de ensayo aunque el sistema registrará internamente la fecha de creación y actualización del ensayo.
- En la segunda parte del ensayo podremos definir qué tipo de suelo es y registraremos los datos según la aproximación indicada en los formularios del sistema.

- Los resultados del ensayo son mostrados en la forma de porcentaje con aproximación de 0.1 %, pudiendo ingresar hasta tres muestras para obtener un promedio.

$$P = \frac{100 (W_{mh} - W_{ms})}{W_{ms}}$$

Donde:

P = Contenido total de humedad evaporable de la muestra en porcentaje (%).

W<sub>mh</sub> = Masa de la muestra húmeda original (g)

W<sub>ms</sub> = Masa de la muestra seca al horno (g).

- A continuación, el sistema prepara un certificado y una vista web de los datos y resultados de los ensayos como constatación de la prueba desarrollada.

## 5.6 Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada – Proctor Modificado

### a) Objetivo

- Según la Norma Técnica 339.141 SUELOS Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN—m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)) (2014), establece el método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada de 2.700 kN-m/m<sup>3</sup>.
- Determina las relaciones entre el contenido de agua y el peso unitario seco de los suelos (curva de compactación) compactada en un molde con un diámetro de 101.6 o 152.4mm con un pisón de 44.5 N que cae de una altura de 18 pulg produciendo un esfuerzo de compactación de 2.700 kN-m/m<sup>3</sup>.

### b) Importancia de la aplicación del método

Los ensayos de compactación en laboratorio proporcionan las bases para obtener las propiedades de ingeniería requeridas, y para el control de la construcción para asegurar la obtención de la compactación requerida y los contenidos de agua.



### c) Equipos

- Molde de 4 pulg (volumen de  $944 \text{ cm}^3 \pm 14 \text{ cm}^3$ ) o 6 pulg (volumen de  $2124 \text{ cm}^3 \pm 25 \text{ cm}^3$ ).
- Pisón manual que debe caer libremente a una distancia de  $1457.2 \text{ mm} \pm 1.6 \text{ mm}$ , con una masa de  $4.54 \text{ kg} \pm 0.01 \text{ kg}$ .
- Extractor de muestras (opcional).
- Balanza con una aproximación de 1 g.
- Horno Eléctrico con la capacidad de mantener la temperatura alrededor de la muestra a  $110^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ .
- Regla recta no menor de 254 mm.
- Tamices (3/4 pulg, 3/8 pulg, N°4)
- Herramientas diversas (mortero, cucharas, paleta, espátula, bote etc)

### d) Ensayo del Proctor Modificado

- La muestra de campo debe de tener una masa húmeda mínima de 23 kg para el procedimiento A y B, y de 45 kg para el procedimiento C aproximadamente
- Sin secado previo de la muestra, pásela a través del tamiz N° 4 (4,75 mm), 3/8 pulg (9,5 mm) ó 3/4 pulg (19,0 mm) para ver el porcentaje retenido y escoger el procedimiento adecuado y de esa manera seleccionar el molde adecuado.
- Determine el contenido de agua del suelo procesado método de preparación húmeda (preferible).
- Prepare mínimo cuatro (preferiblemente cinco) especímenes con contenidos de agua de modo que éstos tengan un contenido de agua lo más cercano al óptimo estimado.
- Algunos suelos con muy alto óptimo contenido de agua o una curva de compactación relativamente plana requieren grandes incrementos de contenido

de agua para obtener un Peso Unitario Seco Máximo bien definido. Los incrementos de contenido de agua no deberán excederán de 4%.

- Durante la preparación del material granular que pasa la malla  $\frac{3}{4}$  pulg para la compactación en el molde de 6 pulgadas, disgregar o separar los agregados lo suficientemente para que pasen el tamiz  $\frac{3}{8}$  pulg de manera de facilitar la distribución de agua a través del suelo en el mezclado posterior.
- Determinar y anotar la masa del molde ó molde y el plato de base.
- Ensamble y asegure el molde y el collar al plato base.
- Compactar el espécimen en cinco capas. Compactar cada capa con 25 golpes para el molde de 4 pulgadas (101,6 mm) ó 56 golpes para el molde de 6 pulgadas (152,4 mm).
- Después de la compactación de la última capa, remover el collar y plato base del molde.
- Cuidadosamente enrasar el espécimen compactado, por medio de una regla recta a través de la parte superior e inferior del molde para formar una superficie plana en la parte superior e inferior del molde.
- Determine y registre la masa del espécimen y molde con aproximación al gramo.
- Remueva el material del molde. Obtener un espécimen para determinar el contenido de agua
- Calcule el peso unitario seco y el contenido de agua de cada espécimen compactado luego plotee los valores y dibuje la curva de compactación como una curva llana a través de los puntos.

$$\rho_h = \frac{W_{hp} - W_p}{V_p}$$

Donde:

$\rho_h$  = Densidad húmeda del suelo ( $\text{g/cm}^3$ )

Whp = Peso del suelo húmedo más el proctor (g).

Wp = Peso del Proctor (g)

Vp = Volumen del proctor (cm<sup>3</sup>)

- Plotee el peso unitario seco con aproximación a 0.2 kN/m y en base a la curva de compactación determinar el contenido de agua óptimo y el peso unitario seco máximo.

$$\rho_s = \frac{\rho_h}{1 + w/100}$$

Donde:

$\rho_s$  = Densidad seca del suelo (g/cm<sup>3</sup>)

$\rho_h$  = Densidad húmeda del suelo (g/cm<sup>3</sup>)

w = Contenido de humedad del suelo (%)

- Plotee la curva del 100 % de saturación

$$W(sat) = \frac{G_s}{1 + G_s * (\frac{w}{100})}$$

Donde:

W (sat) = Contenido de agua para una completa saturación (%).

Gs = Gravedad específica del suelo.

w = Contenido de humedad del suelo (%)

- Si más del 5% del peso del material es de gran tamaño se remueve de la muestra, calcule el contenido de agua óptimo y el peso unitario seco máximo corregido del material.

#### e) Consideraciones del sistema

- Para este ensayo el sistema tiene cuatro partes para ser llenadas la primera parte para identificar la muestra, fecha de muestreo, fecha de ejecución del ensayo,



tipo de procedimiento y la opción de plotear curva de saturación junto con la opción de la corrección si la muestra lo requiera.

- En la segunda parte registramos los datos para hallar el peso unitario seco y el contenido de humedad para encontrar junto con la gráfica el contenido de agua óptimo y el peso unitario seco máximo.
- En la tercera parte registramos los datos para crear la curva de saturación.
- La cuarta parte para registrar los datos relacionados con la corrección del ensayo, todos los datos registrados tendrán la aproximación indicada en los formularios del sistema.
- A continuación, el sistema prepara un certificado y una vista web de los datos y resultados de los ensayos como constatación de la prueba desarrollada junto con una tabla con los ensayos realizados, el gráfico de la curva de compactación y la curva de saturación.

### **5.7 Ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo In Situ mediante el método del cono de arena**

#### **a) Objetivo**

Según la Norma Técnica Peruana 339.143 SUELOS Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena (2014), establece el método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in situ mediante el método de cono de arena.

#### **b) Importancia de la aplicación del método**

- Este método de ensayo se aplica a suelos puede utilizarse para determinar la densidad y el peso unitario de suelos in situ, utilizando un equipo denominado cono de arena.
- Se aplica a suelos que no contengan una cantidad excesiva de roca o materiales gruesos con un diámetro mayor de 1 ½ pulg.

### c) Equipos

- Aparato de cono de arena.
- Equipo (compuesto de un frasco, un cono metálico y arena sílica o de Ottawa que pase la malla N° 20 y se retenga en la N° 30).
- Placa metálica hueca.
- Balanza de 20 kg con aproximación de 1 g.
- Una charola cuadrada, una brocha y una cuchara.
- Una cápsula de contenedora con tapa.
- Horno ventilado con la capacidad de mantener la temperatura alrededor de la muestra a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Bolsas de plásticas brocha, martillo, cincel.

### d) Ensayo del método del cono de arena

- Se selecciona el lugar para efectuar el ensayo.
- Antes de iniciar el ensayo se debe calibrar el equipo de densidad de campo para de esta forma obtener el peso volumétrico de la arena calibra a  $0.01 \text{ g/cm}^3$  de aproximación junto con el peso de la arena calibrada que queda en el cono.
- Se mide el diámetro y altura del cilindro y se calcula el volumen del cilindro; después se pesa el cilindro con la base con aproximación de 1 g.
- A continuación se coloca la placa y se comienza a hacer una perforación. (cavado con el cincel), teniendo como guía el agujero interior de la placa a una profundidad aproximadamente de 15 cm. Todo el material que se saque del agujero se coloca en una bolsa plástica o en un depósito y se pesa.
- Cuando el agujero y el cono están llenos de arena, se cierra la llave y se procede a determinar el peso final de frasco y la arena contenida por él. Por la diferencia de los pesos del frasco más la arena inicial y del frasco más la arena final,

obtenemos el peso de la arena contenida en el agujero y el cono a este valor le restamos el peso de la arena que cabe en el cono, obteniendo de esta forma el peso de la arena contenida en el agujero.

$$Vm = \frac{M1 - M2}{\rho a}$$

Donde:

$Vm$  = Volumen del material extraído ( $cm^3$ ).

$M1$  = Peso de arena empleada (Peso del frasco más la arena calibrada menos peso del frasco más la arena que queda) (g).

$M2$  = Peso de la arena utilizada para llenar el embudo y el plato de base (g).

$\rho a$  = Densidad de la arena ( $g/cm^3$ ).

- El peso de la arena dividida por su volumen para obtener la densidad húmeda, obtenida en el laboratorio mediante calibración, nos da el volumen del agujero con aproximación de  $0.01cm^3$ .

$$\rho mh = \frac{M3}{Vm h}$$

Donde:

$\rho mh$  = Densidad húmeda del material ( $g/cm^3$ ).

$M3$  = Peso de la muestra total húmeda (g).

$Vmh$  = Volumen del material húmedo extraído ( $cm^3$ ).

- Como último se debe de determina en el laboratorio la densidad seca máxima y el contenido de humedad de la muestra recuperada del agujero, para de esta forma determinar el grado de compactación.

$$\rho ms = \frac{100 \frac{M3}{(w + 100)}}{Vm}$$

Donde:



$\rho_{ms}$  = Densidad seca del material ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).

M3 = Peso de la muestra total húmeda (g).

w = Contenido de humedad de la muestra (%)

$V_m$  = Volumen del material extraído ( $\text{cm}^3$ ).

$$G_c = \frac{\rho_{ms}}{\rho_{max}} (100)$$

Donde:

$G_c$  = Grado de compactación (%).

$\rho_{ms}$  = Densidad seca del material ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).

$\rho_{max}$  = Densidad seca máxima del material obtenida en laboratorio ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).

- La corrección del material de mayor tamaño y detalles, están contemplados dentro del ensayo.

#### e) Consideraciones del sistema

- La primera parte del ensayo es para ingresar los datos principales de la muestra, (peso húmedo máximo y óptimo contenido de humedad).
- La segunda parte para la obtención de la densidad húmeda.
- Una tercera parte para obtener por separado el contenido de humedad de la muestra de suelo.
- Y por último la corrección del ensayo, registrando todos los datos disponibles con la aproximación indicada en los formularios.
- A continuación, el sistema prepara un certificado y una vista web de los datos y resultados de los ensayos como constatación de la prueba desarrollada.

## **5.8 Determinación de la gravedad específica de sólidos mediante el picnómetro de agua de un suelo y ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.**

### **a) Objetivos**

- Este método de ensayo cubre la determinación de la gravedad específica de sólidos de suelo que pasan el tamiz de 4,75 mm (Nº 4) mediante un picnómetro de agua según la (NTP 339.131, 2014, p.01).
- Cuando el suelo contiene partículas más grandes que la malla de 4,75 mm, sólidos de suelo retenidos en el tamiz Nº 4 para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas (NTP 400.021, 2014, p.01)

### **b) Importancia de la aplicación del método**

- El primer ensayo se aplica a fin de conocer la gravedad específica de los sólidos de suelos es usado en el cálculo de las relaciones de fase de suelos, tales como relación de vacíos y grado de saturación.
- La gravedad específica de sólidos es usado para calcular la densidad de los sólidos de suelo. Esto se logra multiplicando su gravedad específica por la densidad de agua a una temperatura apropiada.
- Por otro lado el segundo ensayo se aplica a fin de usar los resultados en el cálculo y corrección de diseños de mezclas, como en el control de uniformidad de sus características físicas.

### **c) Equipos**

- Picnómetro de aproximadamente 500 ml.
- Aparato para remover el aire entrampado una bomba de vacío o aspirador de agua, capaz de producir un vacío parcial de 100 mm de mercurio (Hg) o una menor presión absoluta.

- Horno ventilado con la capacidad de mantener la temperatura alrededor de la muestra a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Balanza de 20 kg con aproximación de 0.01 g.
- Termómetro legible con una aproximación de  $0,1^{\circ}\text{C}$ .
- Agua destilada.
- Embudo, frasco lavador, espátulas.
- Recipientes metálicos o de porcelana.
- Tamiz N° 4 (4,75m).
- Cesta con malla de alambre, con abertura correspondiente al tamiz N° 6 o abertura menor, también se puede utilizar un recipiente de aproximadamente igual ancho y altura con capacidad de 4 L a 7 L.
- Depósito de agua: Un depósito estanco adecuado para sumergir la cesta de alambre en el agua y un dispositivo para suspenderla del centro de la escala de la balanza.

**d) Ensayo de la gravedad específica de los sólidos mediante el picnómetro de agua.**

Según la Norma Técnica Peruana Determinar 339.131 (2014), establece la determinación de la gravedad específica de sólidos de suelo que pasan el tamiz de 4,75 mm (N° 4) mediante un picnómetro de agua de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Se toma nota de la temperatura del ensayo.
- Se calibra el picnómetro obteniendo su volumen y masa seco promedio con una aproximación de 0.01mL y 0.01g respectivamente.
- Se calcula la masa del picnómetro y agua a la temperatura de ensayo con aproximación de 0.01g, sumando la masa calibrada del picnómetro y la densidad del agua por el volumen calibrado del picnómetro.



- El espécimen de ensayo puede ser suelo húmedo o secado al horno a la temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ . y podrá ser representativo de los sólidos de suelo que pasen la malla N° 4 (4.74 mm).
- Colocamos la muestra seca en una fiola obteniendo la masa del recipiente más el suelo seco y por diferencia con respecto a la masa de la fiola obtenemos la masa de los sólidos secos con una aproximación de 0.01g.
- Se coloca la muestra en el picnómetro evitando producir pérdidas, en el caso de haber determinado su masa. Se llena hasta las 3/4 partes de su capacidad con agua destilada el frasco volumétrico o hasta la mitad el frasco taponado para luego eliminar el aire atrapado en el picnómetro bajo la presión de aire conectando el picnómetro directamente a un aspirador o bomba de vacío.
- Se llena el picnómetro de agua destilada hasta el volumen de calibración. Se mide la temperatura del agua con una aproximación de  $0.1^\circ\text{C}$  para luego encontrar la densidad del agua a temperatura de ensayo por último se limpia y se seca la parte externa con una tela seca. Para hallar la masa del picnómetro con su contenido de sólidos con aproximación de 0.01g.

$$G_s = \frac{M_{ms}}{M_{pa} - (M_{pam} - M_{ms})}$$

Donde:

$G_s$  = Gravedad específica a temperatura de ensayo.

$M_{ms}$  = Peso de la muestra secada al horno (g).

$M_{pam}$  = Peso del picnómetro más el agua y la muestra de sólidos (g).

$M_{pa}$  = Peso del picnómetro más el agua (g)

- Encontramos la gravedad específica de las partículas sólidas en el agua con una aproximación a 0.001 dividiendo el peso seco del suelo entre el peso del agua del mismo volumen, para luego multiplicarlo por un factor de corrección para la temperatura que es la densidad relativa del agua a la temperatura observada

entre la densidad relativa del agua a 20°C para encontrar la gravedad específica de los sólidos.

$$Gs' = Gs * k$$

Donde:

$Gs'$  = Gravedad específica a 20 °C de temperatura.

$Gs$  = Gravedad específica a temperatura de ensayo.

$k$  = Coeficiente de temperatura del agua a 20°C. (Anexo 23)

#### **e) Ensayo de la gravedad específica de los sólidos**

Según la Norma Técnica Peruana Determinar 400.021 (2014), establece que cuando el suelo contiene partículas más grandes que la malla de 4,75 mm, sólidos de suelo retenidos en el tamiz N° 4 para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Descartar todo el material que pase el tamiz 4,75 mm (N° 4) por tamizado seco y luego lavar el material para remover polvo u otras impurezas superficiales.
- Secar la muestra a peso constante, a una temperatura de 110 °C +/- 5 °C, ventilar en lugar fresco a temperatura ambiente de 1 h a 3 h, hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómoda al tacto.
- Cuando los valores de peso específico y la absorción van a ser usados en proporcionamiento de mezclas de hormigón, el requerimiento inicial de secado a peso constante puede ser eliminada, y si las superficies de las partículas de la muestra van a ser mantenidas continuamente húmedas antes del ensayo, el remojo de 24 h puede ser eliminado.
- Remover la muestra del agua y hacerla rodar sobre un paño grande y absorbente, hasta hacer desaparecer toda película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aún parezca húmeda. Se obtiene el peso de la muestra bajo la

condición de saturación con superficie seca. Se determina éste y todos los demás pesos con aproximación de 0,1 g.

- Después de pesar, se coloca de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determina su peso en agua a una temperatura entre 23 °C +/- 1,7 °C. Removiendo todo el aire atrapado antes del pesado sacudiendo el recipiente mientras se sumerge.
- Secar la muestra hasta peso constante, a una temperatura entre 100 °C +/- 5 °C y se deja enfriar hasta la temperatura de ambiente, durante 1 h a 3 h hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómodo al tacto para luego inmediatamente pesarla.
- Con los resultados de los pesos se procede a calcular la Gravedad específica de masa "Pem", la Gravedad específica de masa SSS "Pesss", la Gravedad específica aparente "Pea" para luego multiplicarlo por un factor de corrección para la temperatura que es la densidad relativa del agua a la temperatura observada entre la densidad relativa del agua a 20°C y por último el porcentaje de absorción con una aproximación de 0.1%.

$$Pem = \frac{A}{B - C} (100)$$

$$PeSSS = \frac{B}{B - C} (100)$$

$$Pea = \frac{A}{A - C} (100)$$

$$Abs = \frac{B - A}{A} (100)$$

Donde:

Pem = Peso específico de masa.

PeSSS = Peso específico de masa saturada con superficie seca.

Pea = Peso específico aparente.



Abs = Absorción (%).

A = Peso de la muestra seca al aire (g).

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca al aire (g).

C = Peso en el agua de la muestra saturada (g).

$$P' = P * k$$

Donde:

P' = Peso específico a 20 °C de temperatura.

P = Pem, PeSSS, Pea a temperatura de ensayo.

k = Coeficiente de temperatura del agua a 20°C. (Anexo 23)

#### **f) Consideraciones del sistema**

- En la primera parte del ensayo registramos el material y la cantera junto con la fecha de muestreo y la fecha de ensayo, por último tenemos la opción de escoger que material de muestra tenemos material fino pasante el tamiz N° 4 o material grueso retenido en el tamiz N° 4, o ambos.
- Dependiendo que tipo de ensayo, registrar los datos del material pasante o retenido en el tamiz N° 4 (4.75 mm) o ambos, de acuerdo a los formularios y a las aproximaciones indicadas.
- A continuación, el sistema prepara un certificado y una vista web de los datos y resultados de los ensayos como constatación de la prueba desarrollada, solo si se ingresa como datos el porcentaje de material pasante y material retenido del tamiz N°4, y se realizan los dos ensayos se obtiene el peso específico promedio total del suelo.

## 6. Bases Teóricas del Software

### 6.1 Desarrollo de Software

Desarrollar un software significa construirlo simplemente mediante su descripción, razón para considerar la actividad de desarrollo de software como una ingeniería. En un nivel más general, la relación existente entre un software y su entorno es clara ya que el software es introducido en el mundo de modo de provocar ciertos efectos en el mismo.

La meta de los desarrolladores se centra en la solución del problema a resolver, que debe ser deducido a partir de sus requerimientos como parte del mismo.

Esta aproximación orientada a la solución puede funcionar en campos donde todos los problemas son bien conocidos, clasificados e investigados, donde la innovación se ve en la detección de nuevas soluciones a viejos problemas.

De tal manera que junto con la versatilidad de las computadoras y su rápida evolución hace que exista un repertorio de problemas en constante cambio y cuya solución basada en software sea de enorme importancia (EcuRed, 2020).

### 6.2 Frontend

Frontend es la parte de un programa o dispositivo a la que un usuario puede acceder directamente. Son todas las tecnologías de diseño y desarrollo web que corren en el navegador y que se encargan de la interactividad con los usuarios.

HTML, CSS y JavaScript son los lenguajes de programación principales del Frontend, de los que se desprenden una cantidad de frameworks y librerías que expanden sus capacidades para crear cualquier tipo de interfaces de usuarios. Para el presente proyecto se utilizaron MD-Bootstrap y jQuery son algunos de ellos.

Mock Ups: Permitirá mostrar una idea más aproximada de cómo se vería su diseño final en diferentes formatos: papel, páginas web, papelería, rótulos, vinilos, carteles con resultados muy realistas y bastante aproximados a la realidad (Platzi, 2020).

### 6.3 Backend

Backend es la capa de acceso a datos de un software o cualquier dispositivo, que no es directamente accesible por los usuarios, además contiene la lógica de la aplicación que maneja dichos datos. El Backend también accede al servidor, que es una aplicación especializada que entiende la forma como el navegador solicita cosas.

Algunos de los lenguajes de programación de Backend son Python, PHP, Ruby, C# y Java, y así como en Frontend, cada uno de los anteriores tiene diferentes frameworks que te permiten trabajar mejor según el proyecto que estás desarrollando. Para el proyecto se integro Django, elegido sobre todo porque tienen una gran comunidad que los respalda, y una excelente documentación (Platzi, 2020).

### 6.4 Diseño de Bases de Datos

La planificación y la creación de una base de datos representan el diseño de la base de datos. La estructura de una base de datos relacional es modelada, en la mayoría de los casos, mediante un diagrama de entidad-relación.

Se define una base de datos como una serie de datos organizados y relacionados entre sí, los cuales son recolectados y explotados por los sistemas de información de una empresa o negocio en particular.

Algunas de las ventajas de usar bases de datos son:

- Consistencia y control sobre la redundancia de los datos.
- Facilidad en compartir y acceder a la información.
- Mejora de la integridad, seguridad y mantenimiento de los datos.

Algunas desventajas de usar bases de datos son:

- Por lo complejas que pueden llegar a ser debe ser preciso comprender muy bien las funcionalidades para poder hacer un buen uso.
- Vulnerabilidad a los fallos, por ello se debe de tener copias de seguridad o backup.



Entre los diferentes tipos de base de datos que existe, integramos Structured Query Language (SQL) que es un lenguaje estándar para manipular y acceder a bases de datos orientada a objetos. PostgreSQL y MySQL que son de código abierto (Platzi, 2020).

## **7. Estadísticas Básicas**

Las estadísticas básicas es la primera parte de la ciencia de datos, y sirve para la organización y análisis de información cualitativa y cuantitativa, les brinda los conceptos básicos de la teoría de probabilidades, variable aleatoria y una introducción a la inferencia estadística así como nociones generales sobre las técnicas de muestreo.

### **7.1 Tabla resumen**

La tabla resumen es una visualización sintetizada que muestra de forma alfanumérica la información.

Esta información se basa en un conjunto de variables representadas en columnas, y los datos de la tabla como instancias representadas en filas, la tabla puede cambiar el conjunto de filas filtradas, actualizar de forma automática los valores que se han mostrado para reflejar la selección actual.

### **7.2 Gráfico**

Sirve para tener una representación visual de la totalidad de la información, es una herramienta muy eficaz debido a que capta la atención del lector, presenta la información de forma sencilla, clara y precisa, facilita la comparación y destaca tendencias y diferencias entre datos cualitativos y/o cuantitativos.

## **CAPITULO III: DOCUMENTACIÓN TÉCNICA**

### **1. Plan del Proyecto Informático**

Centrando la atención práctica de la mayoría de proyectos, la documentación de esta sección se dirige a dos puntos concretos:

#### **1.1 Estudio de Viabilidad del Proyecto**

Por ser un problema real que enfrenta la EPIC se justifica la viabilidad del proyecto principalmente debido a la falta de integración y sistematización de las funciones y tareas que el laboratorio opera continuamente, la integración del desarrollo de software web, es una de las mejores opciones para dar solución a la pérdida de tiempo y recursos y también para no generar costos innecesarios ni tareas que conduzcan al error o perdida de información.

Debido a que la aplicación web es una alternativa en tiempo real, de bajo costo dependiendo del número de solicitudes que se requieran del servidor proveedor del hosting, y principalmente que todos los frameworks que se utilizaron fueron de código abierto, pero de una gran comunidad que los respalda, todos con una excelente documentación.

Los costos y requerimientos del sistema recaen sobre todo en el tiempo de desarrollo del software. Por lo que se tiene el alcance y objetivos del proyecto bien definidos siendo totalmente alcanzables como metas del proyecto, iterando el número de veces que sean necesarios para acercarnos lo más posible a la solución del problema, y de esa manera visibilizando el proyecto en su totalidad.

#### **1.2 Resumen**

Esta sección consta de tres partes. En la primera se realiza una introducción al mismo y se proporciona una visión general de la especificación de recursos del sistema.

La segunda parte se realiza un estudio de gestión de la calidad de los procesos y funciones que realiza el laboratorio como un sistema, de los Sectores Estudiantil, Sector Tesista y Sector Servicios a Terceros para ejecutar satisfactoriamente los diferentes ensayos de los

laboratorios de Tecnología del Concreto, Materiales de Construcción y Suelos. Seguidamente definir detalladamente los requisitos funcionales y/o no funcionales que debe satisfacer el sistema.

Por último, en la tercera parte esta sección, se realiza una descripción general del sistema, con el fin de conocer las principales funciones que este debe realizar, los datos asociados y los factores, restricciones, supuestos y dependencias que afectan al desarrollo y obtención de resultados, sin entrar en excesivos detalles, junto con tres ejemplos de la lógica aplicada a los ensayos.

## **2. Especificación de Requisitos del Software**

Esta sección es una especificación de requisitos de software para el Sistema para los Laboratorios de la EPIC llamado EPIC Labs. Tomando como referencia la identificación, caracterización y mapa de los procesos que realiza el personal del laboratorio.

### **2.1 Propósito**

El propósito de esta sección es la especificación de requisitos y dar a entender las necesidades que debe tener este software junto con todos los puntos que debe abarcar con respecto a los laboratorios de la EPIC. El proyecto tiene por objetivo principal el cálculo de resultados que ayuden al estudiante a comprobar los resultados obtenidos en clase, al bachiller o tesista a generar una registro de los ensayos realizados para futuros estudios y por otro lado a los clientes externos a visualizar las pruebas de laboratorio de muestras que se necesite obtener características, necesarias para la continuación de los proyectos propuestos.

### **2.2 Alcance**

El alcance de esta aplicación está dirigida al usuario del sistema, estudiantes activos que cursan Ingeniería Civil y que hacen uso del laboratorio, bachilleres que están investigando o desarrollando su tesis de pre-grado y también a clientes externos que necesitan los servicios del laboratorio para el comienzo, continuación o termino de algún proyecto de construcción civil, por otro lado busca estimular el desarrollo de aplicaciones en el campo de la Ingeniería Civil y profundizar en la automatización de procesos de laboratorio.



### 2.3 Personal Involucrado

Se presenta el personal involucrado en el desarrollo de esta herramienta:

- Nombre: Jorge Ramiro Alarcón Vargas.
- Rol: Analista diseñador y programador.
- Categoría Profesional: Ingeniería Civil.
- Responsabilidad: Análisis de información, diseño y programación del sistema.
- Información del Contacto: jorgeav527@gmail.com

### 2.4 Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas

Se presentan los acrónimos utilizados para las secciones posteriores:

- Usuario: Persona que usará el sistema.
- EPIC Labs: Nombre del Sistema (Escuela Profesional de Ingeniería Civil Labs).
- CVS: Valores separados por comas.
- Excel: Hoja de cálculo desarrollada por Microsoft para Windows.
- PDF: Formato de almacenamiento para documentos digitales independiente de la plataforma, software o hardware.

### 2.5 Interfaces de Usuario

La interfaz con el usuario consistirá en un conjunto de ventanas con botones, listas y campos de texto que ayuden al usuario como guía para navegar por el sitio web. A su vez se brindará toda la información básica de interés con respecto a los ensayos de laboratorio y se indicarán los posibles escenarios con los que podrá encontrarse. Estas vistas serán construidas para el sistema propuesto y, será visualizada desde un navegador de internet.

## 2.6 Actores del Sistema

### a) Estudiante

El estudiante o responsable de grupo en este sistema es quien se beneficia del proceso almacenamiento y consultoría sobre el estado y respuestas de los ensayos realizados en el laboratorio.

En este proceso básicamente es el de entregar al estudiante o grupo de estudiantes el estado de su muestra y resultados según haya ingresado los datos pertinentes que le indique el sistema.

### b) Tesista o Bachiller

El tesista en este sistema es quien se beneficia del proceso almacenamiento y consultoría sobre el estado y respuestas de los ensayos realizados en el laboratorio.

En este proceso básicamente es el de entregar al tesista el estado de su muestra y resultados en un certificado impreso según haya ingresado los datos pertinentes que le indique el sistema.

### c) Clientes o Terceros

El cliente en este sistema es quien se beneficia del proceso almacenamiento y consultoría técnica sobre el estado y respuestas de los ensayos realizados en el laboratorio.

Este proceso básicamente es el de entregar al cliente el estado de su muestra y resultados en un certificado impreso según el personal capacitado haya ingresado los datos pertinentes que le indique el sistema.

### d) Administradores

Los administradores en este sistema es el personal capacitado para usar la herramienta con para dar seguimiento, ofrecer consultoría técnica, entrega de certificados, de los ensayos ejecutados. Por otro lado controlar los recursos y tiempos de los equipos del laboratorio.

Los administradores pueden ser: Coordinador General, Secretaria, Técnico Responsable, Ingeniero de Procesos, Profesor, cada uno con sus respectivas responsabilidades.

## **2.7 Caracterización de los procesos de gestión del laboratorio**

Gracias al equipo de la Oficina de Calidad de la Universidad Católica de Santa María y el personal que cumple funciones en el laboratorio de la EPIC se pudo describir los procesos del laboratorio, iterando de manera continua las diferentes funciones para ejecutar los principales ensayos de laboratorio de manera continua y eficiente.

De esta manera se consiguió caracterizar las funciones que se realizan dentro del laboratorio detallando propósito, alcance, entradas, actividades, control de riesgos, salidas, requisitos normativos y los diferentes roles de los actores del sistema de los sectores académico tesistas y servicios a terceros.

- Caracterización del sector académico. (Anexo 1)
- Caracterización del sector tesistas. (Anexo 2)
- Caracterización del sector servicios a terceros (Anexo 3)

## **2.8 Mapeo y flujo de los procesos de gestión del laboratorio**

Luego de la caracterización de los procesos del laboratorio de la EPIC, se mapearon dentro de un diagrama para tener una mejor perspectiva de la interrelación y secuencia de actividades que se realizan para transformar los elementos de entrada en elementos de salida dentro del desarrollo de un ensayo de laboratorio y de esa manera dar más valor al usuario del sistema con el laboratorio de la EPIC.

Como resultado se logró dar a cada proceso un marco dentro de una cadena de valor representado por diagramas que conectan una tarea tras otra, iterada o en simultáneo dando una perspectiva global-local de las funciones y responsabilidades de cada actor del sistema, por otro lado sirve como herramienta de aprendizaje para el personal del laboratorio y de esa manera ofrecer al usuario o cliente del sistema un servicio que cubra sus necesidades y satisfaga sus expectativas.



- Mapa de procesos del sector académico. (Anexo 4)
- Mapa de procesos del sector tesistas. (Anexo 5)
- Mapa de procesos del sector servicios a terceros. (Anexo 6)

## 2.9 Restricciones

- Interfaz para ser usada con internet.
- Uso de Subdominio (<https://www.epiclabs.pythonanywhere.com/>).
- Lenguajes y tecnologías en uso: HTML, CSS, JAVASCRIPT, PYTHON, SQL.
- El servidor debe ser capaz de atender consultas concurrentemente menos de 100,000 visitas por día.
- El sistema se diseñará según un modelo cliente/servidor.
- El sistema deberá tener un diseño e implementación sencilla, independiente de la plataforma o del lenguaje de programación.

## 2.10 Suposiciones y dependencias

- Se asume que los requisitos aquí descritos son estables.
- Los equipos en los que se vaya a ejecutar el sistema deben cumplir los requisitos indicados en el manual del usuario para garantizar una ejecución correcta de la misma.

## 2.11 Requerimientos Funcionales

Con base a todos los requerimientos obtenidos por el personal que cumple funciones en el laboratorio y según la caracterización y diagrama de flujo anteriores se han elaborado los siguientes requerimientos funcionales que debe poseer el sistema EPIC Labs y que corresponden a todo lo que se debe desarrollar a partir de sus respectivas descripciones. A continuación, se muestran todos estos requerimientos mencionados:

Tabla 7: Requerimiento Funcional 01

Requerimiento Funcional 01	
Identificación del requerimiento	RF01
Nombre del requerimiento	Índice para Usuario
Actores	Estudiante, Tesista, Cliente.
Características	Los usuarios deberán tener un índice que les ayude a navegar por el sistema web.
Descripción del requerimiento	El sistema brindará un índice de ayuda para el usuario, que le permitirá poder navegar por el sitio web.
Prioridad	Alta

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8: Requerimiento Funcional 02

Requerimiento Funcional 02	
Identificación del requerimiento	RF02
Nombre del requerimiento	Acceso de administradores
Actores	Administradores
Características	Los administradores tendrán permisos especiales para poder navegar por el sistema web, para extraer información del proceso.
Descripción del requerimiento	El sistema brindará, autorización a los administradores según sea requerido, para poder dar seguimiento a los estudiantes, tesistas y clientes del sistema web.
Prioridad	Alta

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9: Requerimiento Funcional 03

Requerimiento Funcional 03	
Identificación del requerimiento	RF03
Nombre del requerimiento	Ingresar datos de usuario.
Actores	Estudiante, Tesista, Cliente
Características	Los usuarios deberán tener la opción de ingresar sus datos personales para hacer una autenticación y para entrar al sistema web.
Descripción del requerimiento	El sistema brindará, autorización a los estudiantes, tesistas y clientes según sea requerido, para poder dar seguimiento o ejecutar los ensayos.
Prioridad	Alta

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10: Requerimiento Funcional 04

Requerimiento Funcional 04	
Identificación del requerimiento	RF04
Nombre del requerimiento	Ingresar datos de las muestras.
Actores	Estudiante, Tesista, Administradores
Características	Los usuarios deberán tener la opción de ingresar sus datos de las muestras que estén ensayando en un módulo de la herramienta.
Descripción del requerimiento	El sistema podrá brindar una interfaz donde los usuarios, o personal técnico calificado, ingresarán datos de las características de sus muestras, en los ensayos respectivos, algunos de ellos se realizaran en etapas.
Prioridad	Alta

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 11: Requerimiento Funcional 05

Requerimiento Funcional 05	
Identificación del requerimiento	RF05
Nombre del requerimiento	Procesar datos.
Actores	
Características	Basándonos en los datos ingresados y con las fórmulas correspondientes se calcularán los resultados necesarios para cada ensayo realizado de acuerdo a las NTP del laboratorio de la EPIC.
Descripción del requerimiento	El sistema tendrá la capacidad de procesar los datos ingresados, teniendo en cuenta todos los datos que se requieran para poder visualizar los resultados en un módulo del sistema.
Prioridad	Alta

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12: Requerimiento Funcional 06

Requerimiento Funcional 06	
Identificación del requerimiento	RF06
Nombre del requerimiento	Entrega de resultados.
Actores	Estudiantes, tesistas, clientes.
Características	Los usuarios autenticados podrán visualizar los resultados obtenidos en base a los datos que ingresaron.
Descripción del requerimiento	El sistema tendrá la capacidad de entregar los resultados de los ensayos en forma textual y gráfica con las debidas descripciones de cada uno.
Prioridad	Alta

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13: Requerimiento Funcional 07

Requerimiento Funcional 07	
Identificación del requerimiento	RF07
Nombre del requerimiento	Entrega de certificados.
Actores	Administradores.
Características	Los administradores podrán descargar e entregar certificados de los ensayos realizados por los tesisistas o clientes que lo requieran en un módulo de la herramienta.
Descripción del requerimiento	El sistema podrá brindar una interfaz donde se muestren los resultados efectuados por los responsables correspondientes (Tesisistas, Personal Técnico) en formato PDF como certificados donde se especifique claramente el dueño del proceso (Tesisistas, Clientes).
Prioridad	Alta

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14: Requerimiento Funcional 08

Requerimiento Funcional 08	
Identificación del requerimiento	RF08
Nombre del requerimiento	Almacenar datos.
Actores	
Características	Los usuarios que ingresen sus datos de los ensayos ejecutados y los resultados que se generen de ese proceso se guardarán en el sistema para la posterior visualización de estos.
Descripción del requerimiento	El sistema tendrá la ventaja de almacenar a todos los usuarios que ingresen sus datos de los ensayos para que en un futuro vuelvan a revisar sus datos.
Prioridad	Alta

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15: Requerimiento Funcional 09

Requerimiento Funcional 09	
Identificación del requerimiento	RF09
Nombre del requerimiento	Exportar datos.
Actores	
Características	Los usuarios deberán tener la posibilidad de exportar todos los datos a una hoja en Excel para poder visualizar de una mejor manera su información.
Descripción del requerimiento	El sistema podrá hacer una exportación a una hoja de excel basándose en todos los datos almacenados con los resultados más relevantes del ensayo realizado.
Prioridad	Alta

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16: Requerimiento Funcional 10

Requerimiento Funcional 10	
Identificación del requerimiento	RF10
Nombre del requerimiento	Brindar información.
Actores	
Características	Los administradores deberán tener un apartado en el cual les muestre estadísticas básicas sobre la totalidad de los ensayos realizados en laboratorio.
Descripción del requerimiento	El sistema deberá tener una sección de información para los administradores que deseen interpretar los recursos utilizados en la totalidad de los ensayos ejecutados por el laboratorio.
Prioridad	Alta

Fuente: Elaboración Propia

## 2.12 Requerimientos No Funcionales

A continuación, se muestran los requerimientos no funcionales que deberá tener el sistema para su correcto funcionamiento y su rendimiento con los usuarios que lo utilicen:



Tabla 17: Requerimiento No Funcional 01

Requerimiento No Funcional 01	
Identificación del requerimiento	RNF01
Nombre del requerimiento	Interfaz del sistema.
Actores	
Características	El sistema presentará una interfaz de usuario sencilla para que sea de fácil manejo a los usuarios del sistema.
Descripción del requerimiento	El sistema debe tener una interfaz de uso, intuitiva y sencilla, debe ajustarse a las características web, dando una vista amigable al usuario para poder ingresar sus datos y visualizar sus resultados.
Prioridad	Media

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18: Requerimiento No Funcional 02

Requerimiento No Funcional 02	
Identificación del requerimiento	RNF02
Nombre del requerimiento	Ayuda en el uso del sistema.
Actores	
Características	El sistema deberá de tener un manual de usuario para facilitar el uso de la herramienta, a su vez deberá proporcionar las ayudas y restricciones necesarias.
Descripción del requerimiento	El sistema debe disponer de una documentación fácil de actualizar que permita realizar todas las actividades disponibles al usuario.
Prioridad	Media

Fuente: Elaboración Propia

### 3. Modelamiento del Sistema

#### 3.1 Diseño de la base de datos

Antes de realizar propiamente el modelado de nuestra base de datos, creamos el diagrama de entidad-relación para nuestro sistema EPIC Labs, el propósito de este es el facilitar el diseño de la base de datos y expresar la estructura lógica del modelo. Este diagrama se

realiza con el objetivo de que el usuario tenga un entendimiento de alto nivel de la base de datos que se va a crear.

#### **a) Usuarios (Anexo 7)**

Los perfiles de Grupo (GroupProfile), Tesistas (BachProfile), Clientes (ClientProfile), Profesor (TeacherProfile) y Administrador (AdminProfile); integrados como extensiones del usuario principal del Sistema (User), relacionados con los Estudiantes (Student), Tesis (Thesis), Persona de Referencia (ReferencePerson) y Construcción de Referencia (Construcción) como principales relaciones a los perfiles.

#### **b) Laboratorio de Tecnología del Concreto**

- Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras cilíndricas. (Anexo 8)
- Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras prismáticas. (Anexo 9)
- Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos diamantinos en muestras cilíndricas. (Anexo 10)

#### **c) Laboratorio de Materiales de Construcción**

- Determinar las propiedades en unidades de albañilería. (Anexo 11)
- Determinación de la resistencia en compresión de pilas de albañilería. (Anexo 12)
- Determinar la compresión simple, perpendicular o paralela en madera. (Anexo 13)

#### **d) Laboratorio de Suelos**

- Ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino. (Anexo 14)

- Determinación de material más fino que el tamiz 75 $\mu$ m (N. ° 200) en suelos. (Anexo 15)
- Clasificación de suelos para fines de ingeniería y construcción de carreteras. (Anexo 16)
- Ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos. (Anexo 17)
- Determinación del contenido de humedad de un suelo. (Anexo 18)
- Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada – Proctor Modificado. (Anexo 19)
- Ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo In Situ mediante el método del cono de arena. (Anexo 20)
- Determinación de la gravedad específica de sólidos mediante el picnómetro de agua de un suelo. (Anexo 21)

#### **4. Documentación Técnica de Programación (Desarrollo)**

##### **4.1 Entorno de Programación**

Se ha utilizado Django, que es como EduRed (2020), menciona un entorno de trabajo de código abierto para desarrollar aplicaciones y servicios web complejos a partir del lenguaje Python.

Django pone énfasis en el re-uso, la conectividad y expansibilidad de sus componentes, del desarrollo rápido y del principio de DRY (Don't Repeat Yourself). Python es usado en todas las partes del framework, incluso en configuraciones, archivos, y en los modelos de datos.

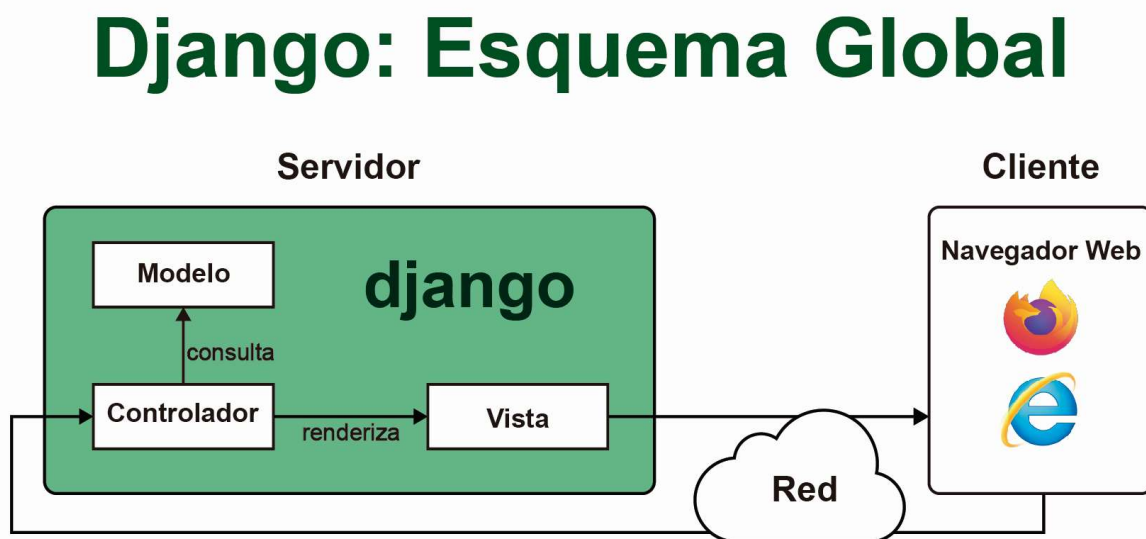
Django proporciona una aplicación incorporada para administrar los contenidos, que puede incluirse como parte de cualquier página hecha con Django y que puede administrar varias páginas hechas a partir de una misma instalación; la aplicación administrativa permite la creación, actualización y eliminación de objetos de contenido, llevando un registro de todas las acciones realizadas sobre cada uno, y proporciona una



interfaz para administrar los usuarios y los grupos de usuarios (incluyendo una asignación detallada de permisos).

## 4.2 Arquitectura del Sistema

*Ilustración 2: Arquitectura (Esquema Global)*



Fuente: <https://es.slideshare.net/alatar/django-el-framework-web-definitivo-1362169> (2020)

Se trabajará con un patrón de arquitectura de software MVC, el cual separa los datos y la lógica del negocio de la representación y el módulo encargado de gestionar los eventos y comunicaciones. En este patrón, el "Modelo" hace referencia al acceso a la capa de datos, la "Vista" se refiere a la parte del sistema que selecciona qué mostrar y cómo mostrarlo, y el "Controlador" implica la parte del sistema que decide qué vista usar, dependiendo de la entrada del usuario, accediendo al modelo si es necesario.

### a) Modelo

Un modelo es la fuente única y definitiva de información sobre sus datos. Contiene los campos esenciales y los comportamientos de los datos que usted guarda. Django sigue el Principio DRY (don't repeat yourself). El objetivo es definir el modelo de datos en un solo lugar y derivar cosas de este automáticamente.

## **b) Vista**

La vista contiene toda la lógica necesaria para hacer una solicitud Web y devolver una respuesta Web, esta respuesta puede ser el contenido de una página, un error 404, una imagen, un documento XML, entre muchas cosas más.

## **c) Controlador**

El MVC es uno de los patrones de diseño más utilizados, por su versatilidad y simpleza, pero, rompiendo dicha convivencia, debido a que la “C” en Django es manejada por el mismo framework y la parte más importante se produce en los modelos, las plantillas y las vistas, Django es conocido como un Framework MTV, donde el patrón usado es “Modelo” “Plantilla” “Vista” ya que el controlador es parte del Framework.

## **d) Plantilla**

La plantilla es básicamente una página HTML con algunas etiquetas extras propias de Django, en sí no solamente crea contenido en HTML (también XML, CSS, Javascript, CSV, etc).

Por ahora nos enfocaremos a lo básico el HTML. La plantilla recibe los datos de la vista y luego los organiza para la presentación al navegador web. Las etiquetas que Django usa para las plantillas permiten que sea flexible para los diseñadores del frontend, incluso tiene estructuras de datos con condicionales, por si es necesaria una presentación lógica de los datos, estas estructuras son limitadas para evitar un desorden poniendo cualquier tipo de código Python.

## **e) Rutas**

Django posee un mapeo de URLs que permite controlar el despliegue de las vistas, esta configuración es conocida como URLConf. El trabajo del URLConf es leer la URL que el usuario solicitó, encontrar la vista apropiada para la solicitud y pasar cualquier variable que la vista necesite para completar su trabajo. El URLConf está construido con expresiones regulares en Python y sigue la filosofía de Python:

Explicito es mejor que implícito. Este URLConf permite que las rutas que maneje Django sean agradables y entendibles para el usuario.

### 4.3 Soporte de bases de datos

Respecto a la base de datos, la recomendada es PostgreSQL, pero también son soportadas MySQL y SQLite 3. Una vez creados los modelos, Django proporciona una abstracción de la base de datos que permite crear, recuperar, actualizar y borrar objetos. También es posible que el usuario ejecute sus propias consultas SQL directamente. En el modelo de datos de Django, una clase representa una tabla, las variables representan las columnas y las instancias de esta serán las filas en la tabla.

## 5. Lógica aplicada a los ensayos (Ejemplos)

### 5.1 Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras cilíndricas

A continuación mostramos el código de desarrollo del ensayo de Resistencia a la Compresión Axial de Testigos pudiendo ser de Concreto o de Cal del Laboratorio de Tecnología del Concreto según la NTP 339.034, previamente mencionada en el marco teórico.

Creamos el modelo base y las variables del ensayo principal, como el tipo de probeta, el usuario, la fecha de muestreo, el nombre que el usuario asignó a su muestra, la subrutina para crear un código único que es el QR, el esfuerzo específico requerido, fecha automática de creación y/o actualización del ensayo, equipos y/o herramientas que se utilizaron, la persona y/o construcción de referencia si el usuario es el cliente.

```
class PiceBreak(models.Model):
    COMPOSITION_CHOICES = (
        ("CONCRETO", "Testigo de Concreto"),
        ("CAL", "Testigo de Cal"),
    )
    pice_type = models.CharField(max_length=10,
                                choices=COMPOSITION_CHOICES,
                                default="CONCRETO", db_column='Tipo de
                                Testigo')
```



```

user          = models.ForeignKey(User,
                                   on_delete=models.CASCADE,
                                   db_column='Usuario')

sampling_date = models.DateField(default=datetime.datetime.
                                   now, null=True, blank=True,
                                   db_column='Fecha de Muestreo')

name          = models.CharField(max_length=50,
                                   default="Rotura Testigo",
                                   db_column='Nombre Propio')

code          = models.CharField(max_length=255,
                                   unique=True, editable=False,
                                   db_column='Codigo')

fc_esp        = models.FloatField(default=280,
                                   db_column='Esfuerzo Especificado')

created       = models.DateTimeField(auto_now_add=True,
                                   db_column='Creado')

updated       = models.DateTimeField(auto_now=True,
                                   db_column='Actualizado')

equipment     = models.ManyToManyField(Equip,
                                   db_column='Equipos', db_table='Ensayo de
                                   Testigos - Uso de Equipos')

tool          = models.ManyToManyField(Tool,
                                   db_column='Herramientas',
                                   db_table='Ensayo de Testigos - Uso de
                                   Herramientas')

course        = models.ForeignKey(Course,
                                   on_delete=models.SET_NULL, null=True,
                                   blank=True, db_column='Curso')

reference_person = models.ForeignKey(ReferencePerson,
                                   on_delete=models.SET_NULL, null=True,
                                   blank=True, db_column='Persona de
                                   Referencia')

construction  = models.ForeignKey(Construction,
                                   on_delete=models.SET_NULL, null=True,
                                   blank=True, db_column='Construccion')

class Meta:
    db_table = 'Ensayos de Testigos'

def save(self, *args, **kwargs):
    # Generate the code for the barcode (e.g. RDC2009092701)
    date = datetime.datetime.today()
    letters = ""
    words = self.name.split()
    for word in words:
        letters += word[0]

```

```

self.code =
    f"{letters.upper()} {date.year} {date.month}
    {date.day} {date.hour} {date.minute} {date.
    second}"

super(PiceBreak, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Testigo {self.id}"

```

El modelo de relación al modelo base que permite almacenar las variables como la fecha de los vaciados, fecha de rotura, diferencia de días entre el vaciado y la rotura del testigo, nombre del elemento constructivo de donde se extrajo el testigo, diámetro 1 y diámetro 2, la carga de la máquina resultante del ensayo, la lógica para calcular el área, esfuerzo, esfuerzo a 175 kgf/cm<sup>2</sup> a 210 kgf/cm<sup>2</sup> y 280 kgf/cm<sup>2</sup>, fecha automática de creado y/o actualizado, los equipos y herramientas que se utilizaron.

```

class Pice(models.Model):
    poured_date = models.DateField(db_column='Fecha de
    Vaciado')
    break_date = models.DateField(db_column='Fecha de
    Rotura')
    dilate = models.IntegerField(editable=False,
    db_column='Diferencia entre Fechas')
    element_name = models.CharField(max_length=100,
    null=True, blank=True, db_column='Nombre
    del Elemento')
    D_1 = models.FloatField(db_column='Diametro 1')
    D_2 = models.FloatField(db_column='Diametro 2')
    area = models.FloatField(editable=False,
    db_column='Area')
    load = models.FloatField(db_column='Carga')
    fc = models.FloatField(editable=False,
    db_column='Esfuerzo')
    fc_MPa = models.FloatField(editable=False,
    db_column='Esfuerzo MPa')
    fc_175 = models.FloatField(editable=False,
    db_column='Esfuerzo a 175')
    fc_210 = models.FloatField(editable=False,
    db_column='Esfuerzo a 210')
    fc_280 = models.FloatField(editable=False,
    db_column='Esfuerzo a 280')
    created = models.DateTimeField(auto_now_add=True,
    db_column='Creado')

```

```

updated          = models.DateTimeField(auto_now=True,
                                         db_column='Actualizado')
pice_break       = models.ForeignKey(PiceBreak,
                                     on_delete=models.CASCADE,
                                     db_column='Ensayos de Testigos')
equipment        = models.ManyToManyField(Equip,
                                     db_column='Equipos', db_table='Testigos -
                                     Uso de Equipos')
tool             = models.ManyToManyField(Tool,
                                     db_column='Herramientas',
                                     db_table='Testigos - Uso de
                                     Herramientas')

class Meta:
    db_table = 'Testigos'

def save(self, *args, **kwargs):
    # Generate the dilate from the poured_date
    diff = self.break_date - self.poured_date
    self.dilate = diff.days

    # Generate the area
    avg_D = ((self.D_1 + self.D_2) / 2) * 2.54
    area_cm2 = ((avg_D**2)*math.pi) / 4
    self.area = round(area_cm2, 2)

    # Generate the fc
    effort_fc = self.load / self.area
    self.fc = round(effort_fc, 2)

    # Generate fc_MPa
    effort_fc_MPa = self.fc * 0.0981
    self.fc_MPa = round(effort_fc_MPa, 2)

    # Generate the fc_175
    effort_fc_175 = (self.fc / 175) * 100
    self.fc_175 = round(effort_fc_175, 2)

    # Generate the fc_210
    effort_fc_210 = (self.fc / 210) * 100
    self.fc_210 = round(effort_fc_210, 2)

    # Generate the fc_280
    effort_fc_280 = (self.fc / 280) * 100
    self.fc_280 = round(effort_fc_280, 2)

    super(Pice, self).save(*args, **kwargs)

```



```
def __str__(self):
    return f"Testigos {self.id}"
```

Para el cálculo del porcentaje de la resistencia especificada filtramos los valores por el ítem padre y creamos una subrutina.

```
def pice_break_detail(request, id):
    # Compretion Simple
    qs_pice = Pice.objects.filter(pice_break=obj.id)

    pice_fc = qs_pice.values_list("fc",
                                   flat=True).order_by("id")
    mean_pice_fc = round(np.mean(pice_fc), 2)
    std_pice_fc = round(np.std(pice_fc), 2)

    pice_element_name = list(qs_pice.values_list("element_name",
                                                  flat=True).order_by("id"))
    percentage_off = list(map(lambda x: round((x-
                                             obj.fc_esp)/obj.fc_esp*100, 2), pice_fc))
    zippedList = zip(pice_element_name, percentage_off)

    pice_fc_MPa = qs_pice.values_list("fc_MPa",
                                       flat=True).order_by("id")
    mean_pice_fc_MPa = round(np.mean(pice_fc_MPa), 2)
    std_pice_fc_MPa = round(np.std(pice_fc_MPa), 2)
```

## 5.2 Determinar las propiedades en unidades de albañilería

A continuación mostramos el código de desarrollo de los ensayos de Variación de Dimensionamiento, Alabeo, Densidad y Porcentaje de Vacíos, Succión, Porcentaje de Absorción y Coeficiente de Saturación, Compresión Axial de Unidades de Albañilería del Laboratorio de Materiales de Construcción; se optó por juntar los ensayos mencionados debido a que el fin de las pruebas es clasificar al ladrillo según criterios de la NTP 399.617, NTP 399.618, NTP 399.613.

Creamos el modelo base y las variables del ensayo, creando la lógica principal, el usuario, compañía de fabricación, medidas nominales, la fecha de muestreo, el nombre que el usuario asignó a su muestra, la rutina para crear el código único que es el QR, el esfuerzo específico requerido, fecha automática de creación y/o actualización del ensayo, equipos

y/o herramientas que se utilizaron, la persona y/o construcción de referencia si el usuario es el cliente.

```
class BrickType(models.Model):
    user = models.ForeignKey(User,
                             on_delete=models.CASCADE)
    name = models.CharField(max_length=50,
                             default="Tipo Ladrillo")
    name_element = models.CharField(max_length=50, null=True,
                                     blank=True)
    brick_company = models.CharField(max_length=100,
                                     null=True, blank=True)
    n_d_length = models.FloatField()
    n_d_width = models.FloatField()
    n_d_high = models.FloatField()
    code = models.CharField(max_length=255,
                             unique=True, editable=False)
    sampling_date = models.DateField()
    done_date = models.DateField(default=datetime.datetime
                                  e.now)
    dilate = models.IntegerField(editable=False)
    created = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
    updated = models.DateTimeField(auto_now=True)
    equipment = models.ManyToManyField(Equip)
    tool = models.ManyToManyField(Tool)
    course = models.ForeignKey(Course,
                               on_delete=models.SET_NULL, null=True,
                               blank=True)
    reference_person = models.ForeignKey(ReferencePerson,
                                         on_delete=models.SET_NULL, null=True,
                                         blank=True)
    construction = models.ForeignKey(Construction,
                                     on_delete=models.SET_NULL, null=True,
                                     blank=True)

    def save(self, *args, **kwargs):

        # Generate the code for the barcode (e.g. RDC2009092701)
        date = datetime.datetime.today()
        letters = ""
        words = self.name.split()
        for word in words:
            letters += word[0]
        self.code = f"{letters.upper()} {date.year} {date.month}
```

```

        }}{date.day}}{date.hour}}{date.minute}}{date.
        second}}"

        # Generate the duration from the poured_data
        diff = self.done_date - self.sampling_date
        self.dilate = diff.days

        super(BrickType, self).save(*args, **kwargs)

    def __str__(self):
        return f"Tipo Ladrillo {self.id}"

```

El modelo de relación al modelo base que permite almacenar las variables del ensayo relacionado “Variación de Dimensionamiento de Ladrillos”, como la Longitud y Ancho de la Superficie Superior e Inferior, la altura de los cuatro lados del ladrillo y los equipos y herramientas que se utilizaron.

```

class VariationDimensions(models.Model):
    upface_length = models.FloatField()
    downface_length = models.FloatField()
    average_length = models.FloatField(editable=False)
    upface_width = models.FloatField()
    downface_width = models.FloatField()
    average_width = models.FloatField(editable=False)
    high_backside = models.FloatField()
    high_rightside = models.FloatField()
    high_frontside = models.FloatField()
    high_lefside = models.FloatField()
    average_high = models.FloatField(editable=False)
    brick_type = models.ForeignKey(BrickType,
                                   on_delete=models.CASCADE)
    equipment = models.ManyToManyField(Equip)
    tool = models.ManyToManyField(Tool)

    def save(self, *args, **kwargs):

        # Generate average_length
        al = (self.upface_length + self.downface_length) / 2
        self.average_length = round(al, 2)

        # Generate average_width
        aw = (self.upface_width + self.downface_width) / 2
        self.average_width = round(aw, 2)

        # Generate average_high

```



```

        ah = (self.high_backside + self.high_rightside +
              self.high_frontside + self.high_lefside)
              / 4
        self.average_high = round(ah, 2)

        super(VariationDimensions, self).save(*args, **kwargs)

    def __str__(self):
        return f"Variacion Dimenciones Ladrillo {self.id}"

```

El modelo de relación al modelo base que permite almacenar las variables del ensayo relacionado “Alabeo de Ladrillos”, como la concavidad o convexidad de la Superficie Superior e Inferior del ladrillo y los equipos y herramientas que se utilizaron.

```

class Warping(models.Model):
    upface_concave = models.FloatField(default=0)
    upface_convex = models.FloatField(default=0)
    downface_concave = models.FloatField(default=0)
    downface_convex = models.FloatField(default=0)
    brick_type = models.ForeignKey(BrickType,
                                   on_delete=models.CASCADE)
    equipment = models.ManyToManyField(Equip)
    tool = models.ManyToManyField(Tool)

    def __str__(self):
        return f"Alabeo Ladrillo {self.id}"

```

El modelo de relación al modelo base que permite almacenar las variables del ensayo relacionado “Densidad y Porcentaje de Vacíos”, como la Longitud el Ancho y el Alto, los coeficientes Sc, Su, el Peso del ladrillo y los equipos y herramientas que se utilizaron.

```

class DensityVoids(models.Model):
    length = models.FloatField()
    width = models.FloatField()
    high = models.FloatField()
    volume_brick = models.FloatField(editable=False)
    sc = models.FloatField()
    su = models.FloatField()
    volume_void = models.FloatField(editable=False)
    volume_real = models.FloatField(editable=False)
    void_percentage = models.FloatField(editable=False)
    weight = models.FloatField()
    density = models.FloatField(editable=False)

```

```
brick_type = models.ForeignKey(BrickType,
                                on_delete=models.CASCADE)
equipment = models.ManyToManyField(Equip)
tool = models.ManyToManyField(Tool)

def save(self, *args, **kwargs):

    # Generate volume_brick
    volume = self.length * self.width * self.high
    self.volume_brick = round(volume, 2)

    # Generate volume_void
    vv = ( 500 / self.sc ) * self.su
    self.volume_void = round(vv, 2)

    # Generate volume_real
    vr = self.volume_brick - self.volume_void
    self.volume_real = round(vr, 2)

    # Generate void_percentage
    vp = (self.volume_void / self.volume_brick) * (1/1.64) *
        100
    self.void_percentage = round(vp, 0)

    # Generate density
    d = self.weight / self.volume_real
    self.density = round(d, 2)

    super(DensityVoids, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Densidad y Vacios {self.id}"
```

El modelo de relación al modelo base que permite almacenar las variables del ensayo relacionado “Succión de una de las caras”, como el peso normal, peso seco, la longitud, el ancho, el peso del ladrillo con la cara húmeda y los equipos y herramientas que se utilizaron.

```
class Suction(models.Model):
    nomal_weight = models.FloatField()
    dry_weight = models.FloatField()
    diff_weight = models.FloatField(editable=False)
    length = models.FloatField()
    width = models.FloatField()
    face_area = models.FloatField(editable=False)
```

```

face_wet_weight = models.FloatField()
face_wet_weight_correction =
    models.FloatField(editable=False)
brick_type = models.ForeignKey(BrickType,
                                on_delete=models.CASCADE)
equipment = models.ManyToManyField(Equip)
tool = models.ManyToManyField(Tool)

def save(self, *args, **kwargs):

    # Generate diff_weight
    dw = self.nomal_weight - self.dry_weight
    self.diff_weight = round(dw, 2)

    # Generate face_area
    fa = self.length * self.width
    self.face_area = round(fa, 2)

    # Generate face_wet_weight_correction
    if self.face_area > (200 + (200 * 2.5 / 100)) or
        self.face_area < (200 - (200 * 2.5 /
            100)):
        fwwc = (200 * self.face_wet_weight) / (self.length *
            self.width)
        self.face_wet_weight_correction = round(fwwc, 2)
    else:
        self.face_wet_weight_correction =
            round(self.face_wet_weight, 2)

    super(Suction, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Succion Ladrillo {self.id}"

```

El modelo de relación al modelo base que permite almacenar las variables del ensayo relacionado “Porcentaje de Absorción y el Coeficiente de Saturación”, como el peso seco del ladrillo, el peso después de sumergido en agua caliente por 5 horas, el peso después de sumergido en agua fría por 24 horas y los equipos y herramientas que se utilizaron.

```

class AbsSatuCoeff(models.Model):
    dry_weight = models.FloatField()
    wet_weight_cool_24 = models.FloatField()
    wet_weight_hot_5 = models.FloatField()
    abs_brick = models.FloatField(editable=False)
    abs_max_brick = models.FloatField(editable=False)

```



```

coeff_sat          = models.FloatField(editable=False)
brick_type         = models.ForeignKey(BrickType,
                                       on_delete=models.CASCADE)
equipment          = models.ManyToManyField(Equip)
tool               = models.ManyToManyField(Tool)

def save(self, *args, **kwargs):

    # Generate abs_brick
    ab = 100 * (self.wet_weight_cool_24 - self.dry_weight) /
              self.dry_weight
    self.abs_brick = round(ab, 1)

    # Generate abs_max_brick
    amb = 100 * (self.wet_weight_hot_5 - self.dry_weight) /
           self.dry_weight
    self.abs_max_brick = round(amb, 1)

    # Generate coeff_sat
    cs = (self.wet_weight_cool_24 - self.dry_weight) /
          (self.wet_weight_hot_5 - self.dry_weight)
    self.coeff_sat = round(cs, 3)

    super(AbsSatuCoeff, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Absorcion Coeficiente Saturacion Ladrillo
           {self.id}"

```

El modelo de relación al modelo base que permite almacenar las variables del ensayo relacionado “Compresión Axial de Unidades de Ladrillos”, como dos medidas de la superficie superior e inferior del ladrillo, la carga resultante al esfuerzo sometido y los equipos y herramientas que se utilizaron.

```

class CompretionBrick(models.Model):
    upface_length    = models.FloatField()
    upface_width     = models.FloatField()
    downface_length  = models.FloatField()
    downface_width   = models.FloatField()
    upface_area      = models.FloatField(editable=False)
    downface_area    = models.FloatField(editable=False)
    average_area     = models.FloatField(editable=False)
    load             = models.FloatField()
    fc               = models.FloatField(editable=False)
    fc_MPa           = models.FloatField(editable=False)

```

```
brick_type = models.ForeignKey(BrickType,
                                on_delete=models.CASCADE)
equipment = models.ManyToManyField(Equip)
tool = models.ManyToManyField(Tool)

def save(self, *args, **kwargs):

    # Generate upface_area
    afa = self.upface_length * self.upface_width
    self.upface_area = round(afa, 2)

    # Generate downface_area
    dfa = self.downface_length * self.downface_width
    self.downface_area = round(dfa, 2)

    # Generate average_area
    aa = (self.upface_area + self.downface_area) / 2
    self.average_area = round(aa, 2)

    # Generate compression_resistance
    fc = self.load / self.average_area
    self.fc = round(fc, 2)

    # Generate fc_MPa
    fc_MPa = self.fc*0.0981
    self.fc_MPa = round(fc_MPa, 2)

    super(CompretionBrick, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Compresion Ladrillo {self.id}"
```

Luego de filtrar los ensayos por ítem padre aplicamos las subrutinas para obtener respuestas del:

Tipo de ladrillo según la variación la dimensional

```
# Variation dimentions
qs_variation_dimentions =
    VariationDimensions.objects.filter(brick_
    type=obj.id)

qs_avg_high_vd_list =
    qs_variation_dimentions.values_list('aver
    age_high', flat=True)
avg_high_vd = round(np.mean(qs_avg_high_vd_list), 2)
```

```

vd_high = round((abs(obj.n_d_high - avg_high_vd) /
                  avg_high_vd) * 100, 0)

qs_avg_width_vd_list =
    qs_variation_dimensions.values_list('average_width', flat=True)
avg_width_vd = round(np.mean(qs_avg_width_vd_list), 2)
vd_width = round((abs(obj.n_d_width - avg_width_vd) /
                  avg_width_vd) * 100, 0)

qs_avg_length_vd_list =
    qs_variation_dimensions.values_list('average_length', flat=True)
avg_length_vd = round(np.mean(qs_avg_length_vd_list), 2)
vd_lengt = round((abs(obj.n_d_length - avg_length_vd) /
                  avg_length_vd) * 100, 0)

if vd_high <= 3 and vd_high > 0:
    type_high = "Ladrillo Tipo V"
elif vd_high <= 4 and vd_high > 3:
    type_high = "Ladrillo Tipo IV"
elif vd_high <= 5 and vd_high > 4:
    type_high = "Ladrillo Tipo III"
elif vd_high <= 7 and vd_high > 5:
    type_high = "Ladrillo Tipo II"
elif vd_high <= 8 and vd_high > 7:
    type_high = "Ladrillo Tipo I"
else:
    type_high = "No Corresponde"

if vd_width <= 2 and vd_width > 0:
    type_width = "Ladrillo Tipo V"
elif vd_width <= 3 and vd_width > 2:
    type_width = "Ladrillo Tipo IV"
elif vd_width <= 4 and vd_width > 3:
    type_width = "Ladrillo Tipo III"
elif vd_width <= 6 and vd_width > 4:
    type_width = "Ladrillo Tipo II"
else:
    type_width = "No Corresponde"

if vd_lengt <= 1 and vd_lengt > 0:
    type_lengt = "Ladrillo Tipo V"
elif vd_lengt <= 2 and vd_lengt > 1:
    type_lengt = "Ladrillo Tipo IV"
elif vd_lengt <= 3 and vd_lengt > 2:
    type_lengt = "Ladrillo Tipo III"

```



```
elif vd_lengt <= 4 and vd_lengt > 3:
    type_lengt = "Ladrillo Tipo II"
else:
    type_lengt = "No Corresponde"
```

### Tipo de ladrillo según el alabeo

```
# Warping
qs_warping = Warping.objects.filter(brick_type=obj.id)

qs_upface_concave_list =
    qs_warping.values_list('upface_concave',
        flat=True)
qs_upface_convex_list =
    qs_warping.values_list('upface_convex',
        flat=True)
qs_downface_concave_list =
    qs_warping.values_list('downface_concave',
        flat=True)
qs_downface_convex_list =
    qs_warping.values_list('downface_convex',
        flat=True)

avg_upface_concave = round(np.mean(qs_upface_concave_list),
    2)
avg_upface_convex = round(np.mean(qs_upface_convex_list), 2)
avg_downface_concave =
    round(np.mean(qs_downface_concave_list),
    2)
avg_downface_convex =
    round(np.mean(qs_downface_convex_list),
    2)
max_avg_warping = max(avg_upface_concave, avg_upface_convex,
    avg_downface_concave,
    avg_downface_convex,)

if max_avg_warping <= 2 and max_avg_warping > 0:
    type_warping = "Ladrillo Tipo V"
elif max_avg_warping <= 4 and max_avg_warping > 2:
    type_warping = "Ladrillo Tipo IV"
elif max_avg_warping <= 6 and max_avg_warping > 4:
    type_warping = "Ladrillo Tipo III"
elif max_avg_warping <= 8 and max_avg_warping > 6:
    type_warping = "Ladrillo Tipo II"
elif max_avg_warping <= 10 and max_avg_warping > 8:
    type_warping = "Ladrillo Tipo I"
```

```
else:
    type_warping = "No Corresponde"
```

### Tipo de ladrillo según la densidad y el porcentaje de vacíos

```
# Density Voids
qs_density_voids =
    DensityVoids.objects.filter(brick_type=obj
                                j.id)

qs_void_percentage_list =
    qs_density_voids.values_list('void_perce
    ntage', flat=True)
avg_void_percentage =
    round(np.mean(qs_void_percentage_list),
    0)

qs_density_list = qs_density_voids.values_list('density',
    flat=True)
avg_density = round(np.mean(qs_density_list), 2)

if avg_density <= 1.70 and avg_density > 1.65:
    type_density = "Ladrillo Tipo V"
elif avg_density <= 1.65 and avg_density > 1.60:
    type_density = "Ladrillo Tipo IV"
elif avg_density <= 1.60 and avg_density > 1.55:
    type_density = "Ladrillo Tipo III"
elif avg_density <= 1.55 and avg_density > 1.50:
    type_density = "Ladrillo Tipo II"
elif avg_density <= 1.50 and avg_density > 1.45:
    type_density = "Ladrillo Tipo I"
else:
    type_density = "No Corresponde"
```

### Tipo de ladrillo según la succión en una de sus caras

```
# Suction
qs_suction = Suction.objects.filter(brick_type=obj.id)

qs_face_wet_weight_correction_list =
    qs_suction.values_list('face_wet_weight_c
    orrection', flat=True)
avg_face_wet_weight_correction =
    round(np.mean(qs_face_wet_weight_correcti
    on_list), 2)
```

```

if avg_face_wet_weight_correction < 38:
    type_face_wet_weight_correction = "Ladrillo Tipo V"
if avg_face_wet_weight_correction < 45 and
    avg_face_wet_weight_correction >= 38:
    type_face_wet_weight_correction = "Ladrillo Tipo IV"
if avg_face_wet_weight_correction < 53 and
    avg_face_wet_weight_correction >= 45:
    type_face_wet_weight_correction = "Ladrillo Tipo III"
if avg_face_wet_weight_correction < 66 and
    avg_face_wet_weight_correction >= 53:
    type_face_wet_weight_correction = "Ladrillo Tipo II"
if avg_face_wet_weight_correction < 61 and
    avg_face_wet_weight_correction >= 66:
    type_face_wet_weight_correction = "Ladrillo Tipo I"
else:
    type_face_wet_weight_correction = "No Corresponde"

```

#### Tipo de ladrillo según el porcentaje de absorción y el coeficiente de saturación

```

# Absortion and Coeff of Sat
qs_abs_sat_coff =
    AbsSatuCoeff.objects.filter(brick_type=obj
                                j.id)
qs_abs_brick_list = qs_abs_sat_coff.values_list('abs_brick',
    flat=True)
qs_abs_max_brick_list =
    qs_abs_sat_coff.values_list('abs_max_brick', flat=True)
qs_coeff_sat_list = qs_abs_sat_coff.values_list('coeff_sat',
    flat=True)
avg_abs_brick = round(np.mean(qs_abs_brick_list), 1)
avg_abs_max_brick = round(np.mean(qs_abs_max_brick_list), 1)
avg_coeff_sat = round(np.mean(qs_coeff_sat_list), 3)

if avg_abs_brick < 22:
    type_abs = "Ladrillo Tipo V"
elif avg_abs_brick < 23 and avg_abs_brick >= 22:
    type_abs = "Ladrillo Tipo IV"
elif avg_abs_brick < 25 and avg_abs_brick >= 23:
    type_abs = "Ladrillo Tipo III"
elif avg_abs_brick < 27 and avg_abs_brick >= 25:
    type_abs = "Ladrillo Tipo II"
elif avg_abs_brick < 30 and avg_abs_brick >= 25:
    type_abs = "Ladrillo Tipo I"
else:
    type_abs = "No Corresponde"

```



```

if avg_coeff_sat < 0.88:
    type_coeff_sat = "Ladrillo Tipo V"
elif avg_coeff_sat < 0.89 and avg_coeff_sat >= 0.88:
    type_coeff_sat = "Ladrillo Tipo IV"
elif avg_coeff_sat < 0.90 and avg_coeff_sat >= 0.89:
    type_coeff_sat = "Ladrillo Tipo III"
elif avg_coeff_sat < 0.91 and avg_coeff_sat >= 0.90:
    type_coeff_sat = "Ladrillo Tipo II"
elif avg_coeff_sat < 0.92 and avg_coeff_sat >= 0.91:
    type_coeff_sat = "Ladrillo Tipo I"
else:
    type_coeff_sat = "No Corresponde"

```

### Tipo de ladrillo según la resistencia característica

```

# Compretion Brick
qs_compretion_brick =
    CompretionBrick.objects.filter(brick_type
    =obj.id)

qs_fc_list = qs_compretion_brick.values_list('fc',
    flat=True)
avg_fc = round(np.mean(qs_fc_list), 2)
std_fc = round(np.std(qs_fc_list), 2)
fc_caracteristic = round(avg_fc - std_fc, 2)

qs_fc_MPA = qs_compretion_brick.values_list('fc_MPA',
    flat=True)
avg_fc_MPA = round(np.mean(qs_fc_MPA), 2)
std_fc_MPA = round(np.std(qs_fc_MPA), 2)
fc_caracteristic_MPA = round(avg_fc_MPA - std_fc_MPA, 2)

if fc_caracteristic_MPA <= 17.6 and fc_caracteristic_MPA >
    12.7:
    type_compretion = "Ladrillo Tipo V"
elif fc_caracteristic_MPA <= 12.7 and fc_caracteristic_MPA >
    9.3:
    type_compretion = "Ladrillo Tipo IV"
elif fc_caracteristic_MPA <= 9.3 and fc_caracteristic_MPA >
    6.9:
    type_compretion = "Ladrillo Tipo III"
elif fc_caracteristic_MPA <= 6.9 and fc_caracteristic_MPA >
    4.9:

```

```

        type_compretion = "Ladrillo Tipo II"
    elif fc_caracteristic_MPA <= 4.9:
        type_compretion = "Ladrillo Tipo I"
    else:
        type_compretion = "No Corresponde"

```

### 5.3 Ensayo para determinar el límite líquido y límite plástico de un suelo

A continuación mostramos el código de desarrollo del ensayo para determinar el límite líquido y límite plástico de un suelo perteneciente al Laboratorio de Suelos, según criterios de la NTP 339.129.

Creamos el modelo base y las variables del ensayo, creando la lógica principal, el usuario, calicata que el usuario asignó a su muestra, estrato, medidas, la fecha de extracción, la rutina para crear el código único que es el QR, fecha automática de creación y/o actualización del ensayo, equipos y/o herramientas que se utilizaron, la persona y/o construcción de referencia si el usuario es el cliente.

```

class Limit(models.Model):
    LAYER_CHOICES = (
        ("UNO", "Estrato 1"),
        ("DOS", "Estrato 2"),
        ("TRES", "Estrato 3"),
        ("CUATRO", "Estrato 4"),
    )
    user = models.ForeignKey(User,
                             on_delete=models.CASCADE)
    name = models.CharField(max_length=50,
                            default="Limite Liquido Pastico")
    pit = models.CharField(max_length=50, null=True,
                           blank=True)
    layer = models.CharField(choices=LAYER_CHOICES,
                             max_length=6)
    code = models.CharField(max_length=255,
                            unique=True, editable=False)
    extraction_data = models.DateField()
    done_data = models.DateField(default=datetime.datetime
                                  .now)
    duration = models.IntegerField(editable=False)
    created = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
    updated = models.DateTimeField(auto_now=True)
    equipment = models.ManyToManyField(Equip)

```

```

tool                = models.ManyToManyField(Tool)
course              = models.ForeignKey(Course,
models.SET_NULL, null=True, blank=True)

reference_person    = models.ForeignKey(ReferencePerson,
models.SET_NULL, null=True, blank=True)

construction        = models.ForeignKey(Construction,
models.SET_NULL, null=True, blank=True)

def save(self, *args, **kwargs):
    # Generate the code for the barcode (e.g. RDC2009092701)
    date = datetime.datetime.today()
    letters = ""
    words = self.name.split()
    for word in words:
        letters += word[0]
    self.code =
        f"{letters.upper()} {date.year}{date.month}
        {date.day}{date.hour}{date.minute}{date.
        second}"

    # Generate the duration from the poured_data
    diff = self.done_data - self.extraction_data
    self.duration = diff.days

    super(Limit, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Límite Líquido Plástico {self.id}"

```

El modelo de relación al modelo base que permite almacenar las variables del ensayo relacionado “Límite Líquido”, como número del recipiente, el número de golpes que se ejecutó en la cuchara de casa grande, el peso del recipiente, el peso húmedo de la muestra, el peso seco de la misma muestra, luego las subrutinas para calcular el peso del agua, el peso del material y el contenido de humedad. Por otro lado los equipos y herramientas que se utilizaron.

```

class Liquid(models.Model):
    bowl            = models.IntegerField()
    hit             = models.IntegerField()
    bowl_weight     = models.FloatField()
    wet_weight      = models.FloatField()
    dry_weight      = models.FloatField()
    water_weight     = models.FloatField(editable=False)
    material_weight = models.FloatField(editable=False)

```



```
moisture      = models.FloatField(editable=False)
limit         = models.ForeignKey(Limit,
                                   on_delete=models.CASCADE)
equipment     = models.ManyToManyField(Equip)
tool          = models.ManyToManyField(Tool)

def save(self, *args, **kwargs):
    # Generate the water weight of the material
    water = self.wet_weight - self.dry_weight
    self.water_weight = round(water, 2)

    # Generate the material weight
    material_dry = self.dry_weight - self.bowl_weight
    self.material_weight = round(material_dry, 2)

    # Generate the moisture %
    moisture = (self.water_weight / self.material_weight) *
               100
    self.moisture = round(moisture, 1)

    super(Liquid, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Límite Líquido {self.id}"
```

El modelo de relación al modelo base que permite almacenar las variables del ensayo relacionado “Límite Plástico”, como número del recipiente, el peso del recipiente, el peso húmedo de la muestra, el peso seco de la misma muestra, luego las subrutinas para calcular el peso del agua, el peso del material y el contenido de humedad. Por otro lado los equipos y herramientas que se utilizaron.

```
class Platic(models.Model):
    bowl          = models.IntegerField()
    bowl_weight   = models.FloatField()
    wet_weight    = models.FloatField()
    dry_weight    = models.FloatField()
    water_weight  = models.FloatField(editable=False)
    material_weight = models.FloatField(editable=False)
    moisture      = models.FloatField(editable=False)
    limit         = models.ForeignKey(Limit,
                                   on_delete=models.CASCADE)
    equipment     = models.ManyToManyField(Equip)
    tool          = models.ManyToManyField(Tool)
```

```
def save(self, *args, **kwargs):
    # Generate the water weight of the material
    water = self.wet_weight - self.dry_weight
    self.water_weight = round(water, 2)

    # Generate the material weight
    material_dry = self.dry_weight - self.bowl_weight
    self.material_weight = round(material_dry, 2)

    # Generate the moisture %
    moisture = (self.water_weight / self.material_weight) *
                100
    self.moisture = round(moisture, 1)

    super(Platic, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Límite Plástico {self.id}"
```

Creamos una subrutina y filtramos los valores por el ítem padre, para el cálculo del valor promedio de las muestras de los recipientes ensayadas de Límite Líquido, Límite Plástico y el índice de plasticidad.

```
def limit_pdf(request, id):
    obj = get_object_or_404(Limit, id=id)

    qs_liquid = Liquid.objects.filter(limit=obj.id)
    qs_plastic = Platic.objects.filter(limit=obj.id)

    # X and Y values in a list format liquid test
    x_hit = qs_liquid.values_list("hit",
                                   flat=True).order_by('id')
    y_moisture = qs_liquid.values_list("moisture",
                                       flat=True).order_by('id')

    # regration line
    mean_x_hit = np.mean(x_hit)
    mean_y_moisture = np.mean(y_moisture)
    number = 0
    denom = 0
    n = len(x_hit)
    for i in range(n):
        number += (x_hit[i] - mean_x_hit) * (y_moisture[i] -
                                             mean_y_moisture)
        denom += (x_hit[i] - mean_x_hit) ** 2
```

```
m = number / denom
C = mean_y_moisture - (m * mean_x_hit)
hit_25 = round(C + m*25, 1)

# Y values in a list format plastic test
y_moisture_plastic = qs_plastic.values_list("moisture",
                                             flat=True).order_by('id')
mean_y_moisture_plastic = round(np.mean(y_moisture_plastic),
                                  1)

# plastic index
plastic_index = round(hit_25 - mean_y_moisture_plastic, 1)
```

Y por último la subrutina para el gráfico y la visualización de los resultados.

```
def limit_pdf(request, id):
    obj = get_object_or_404(Limit, id=id)

    # plotting
    max_x = np.max(x_hit) + 5
    min_x = np.min(x_hit) - 5
    max_y = np.max(y_moisture) + 5
    min_y = np.min(y_moisture) - 5
    x = np.linspace(min_x, max_x, 100)
    y = C + m*x

    fig = plt.figure(figsize=(5.5, 4.1), dpi=80)

    plt.xlim(min_x, max_x)
    plt.ylim(min_y, max_y)
    plt.xscale('log')
    plt.grid(b=True, which='both', axis='both')

    plt.scatter(x_hit, y_moisture, label='Resultados', s=20,
               c='blue',)
    plt.plot(x, y, color='green', linestyle='dashed',
            label='Linea de Tendencia')
    plt.scatter(25, hit_25, label='25 Golpes', s=20, c='red',)

    plt.xlabel('Numero de Glopes')
    plt.ylabel('Porcentaje de Humedad (%)')
    plt.title("Limite Liquido")
    plt.legend()

    buf = BytesIO()
    fig.savefig(buf, format="png")
```



```
# Embed the result in the html output.  
graphic = base64.b64encode(buf.getbuffer()) .decode("ascii")
```

## 6. Lógica aplicada a los ensayos

La lógica aplicada al resto de ensayos se mostrara en los anexos adjuntos.

- Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras prismáticas. (Anexo 24)
- Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos diamantinos en muestras cilíndricas. (Anexo 25)
- Determinación de la resistencia en compresión de pilas de albañilería. (Anexo 26)
- Determinar la compresión simple, perpendicular o paralela en madera. (Anexo 27)
- Ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino. (Anexo 28)
- Determinación de material más fino que el tamiz 75 $\mu$ m (N. ° 200) en suelos. (Anexo 29)
- Clasificación de suelos para fines de ingeniería y construcción de carreteras. (Anexo 30)
- Determinación del contenido de humedad de un suelo. (Anexo 31)
- Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada – Proctor Modificado. (Anexo 32)
- Ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo In Situ mediante el método del cono de arena. (Anexo 33)
- Determinación de la gravedad especifica de solidos mediante el picnómetro de agua de un suelo. (Anexo 34)

## 1. Página de portada

Se presenta la página de portada de nuestro sistema EPIC-Labs el cual muestra el nombre del sistema y una foto de portada.

*Ilustración 3: Pagina de portada.*



*Fuente: Elaboración Propia*

## 2. Página de inicio

Se presenta la página de inicio la cual muestra una breve descripción acerca de este sitio

*Ilustración 4: Pagina de bienvenida.*



*Fuente: Elaboración Propia*



Ilustración 5: Sectores del sistema.

Sector Estudiantil	Sector Tesista	Sector Servicios a Terceros
Estudiante o Responsable de Grupo	Tesista o Bachiller	Clientes o Terceros
<p>El estudiante, responsable del grupo se podrá registrar sólo si tiene código de matrícula vigente y tiene acesoria constante del docente del Curso de Practicas previamente registrado. Para el ensayo ejecutado, el responsable de grupo deberá registrar dentro del PERFIL DE GRUPO, los datos del grupo de practicas, los datos de sus compañeros de grupo y los datos requeridos para cada ensayo con las características de las muestras que el sistema lo requiera, para obtener los resultados esperados.</p> <p><a href="#">Regístrese como Responsable de Grupo Aquí</a></p>	<p>El tesista se podrá registrar solamente por autorización de la Oficina de Coordinación del laboratorio, y presentando la documentación requerida dentro del PERFIL DEL TESISTA, para hacer uso de las instalaciones, equipos y herramientas del laboratorio, tendra asesoría del docente, asignado como asesor del proyecto, como también asesoría técnica de presentarse algún inconveniente con el sistema. Será el responsable único, de todos los ensayos ejecutados y registrados que solicite para el desarrollo del proyecto de tesis y que se tenga a disposición del laboratorio. Para cada ensayo ejecutado, deberá registrar, las características de las muestras y los datos que el sistema lo requiera, para obtener los resultados esperados, la certificación del laboratorio y una base de datos propia de la tesis.</p>	<p>El cliente se podrá registrar solamente por autorización de la Oficina de Coordinación del laboratorio, y presentando la documentación requerida dentro del PERFIL DEL CLIENTE para la ejecución del ensayo solicitado, para que luego el personal técnico capacitado responsable haga uso de las instalaciones, equipos y herramientas del laboratorio. El cliente tendrá derecho a la asesoría técnica correspondiente al ensayo solicitado, acceso y seguimiento a las muestras ensayadas y a reclamos y/o inconveniente que se presenten como responsabilidad del laboratorio, previo pago de derechos. El personal técnico será el responsable único, de todos los ensayos ejecutados y registrados que solicite el cliente al laboratorio, según la NTP vigente. Para cada ensayo ejecutado se deberá registrar, las características de las muestras y los datos que el sistema lo requiera, para obtener los resultados esperados, la certificación del laboratorio y una base de datos propia del cliente.</p>

Fuente: Elaboración Propia

Una descripción breve sobre los laboratorios operativos y los ensayos que se ofrece dentro del sistema.

Ilustración 6: Laboratorios del sistema.

Tecnología del Concreto	Materiales de Construcción	Suelos
<p>Este laboratorio te brinda herramientas y experiencias necesarias para reconocer y proporcionar los fundamentos del concreto como material de construcción; comprendiendo las características de su comportamiento en estado fresco y endurecido, tanto en el aspecto resistente como de durabilidad.</p> <p>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS EN MUESTRAS CILINDRICAS.</p> <p>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS EN MUESTRAS PRISMÁTICAS.</p> <p>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DIAMANTINOS EN MUESTRAS CILINDRICAS.</p> <p><a href="#">Ingresa al Laboratorio</a></p>	<p>Este laboratorio te brinda herramientas y experiencias necesarias para asegurar y controlar la calidad de los distintos materiales empleados en el sector de la construcción sus características, su comportamiento, en aspectos de resistencia y durabilidad.</p> <p>DETERMINAR LAS PROPIEDADES EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CALCINADA PARA LA CONSTRUCCIÓN</p> <p>MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERIA</p> <p>DETERMINAR LA COMPRESIÓN SIMPLE, PERPENDICULAR O PARALELA EN MADERA</p> <p><a href="#">Ingresa al Laboratorio</a></p>	<p>Este laboratorio orienta y fortalece el desarrollo del conocimiento en el campo de la geotecnia: mecánica de suelos, ingeniería de cimentaciones y pavimentos, y también en el análisis y evaluación de los materiales para pavimentación y agregados para la construcción.</p> <p>METODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADO FINO - MTC E114</p> <p>DETERMINACIÓN DE MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ 75µm (Nro. 200) EN SUELOS MTC E137</p> <p>CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA FINES DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS</p> <p>METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E110 - MTC E111</p> <p>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E108</p>

Fuente: Elaboración Propia.



Ilustración 7: Características del sistema.

Featured

### Registro de Docentes y Personal Administrativo

Se podrán registrar los docentes y el personal administrativo, bajo autorización de la Oficina de Coordinación, teniendo permisos especiales para el desarrollo de sus funciones.

Ver plana Docente

Featured

### Estadísticas Generales del Laboratorio de la EPIC

El sistema brindara tablas facilmente exportables de los ensayadas realizados para la Oficina de Coordinación y el personal autorizado, junto con estadísticas de las herramientas y equipos que se utilizaron.

Featured

### Flujo de Acciones

La plataforma tiene una interfaz intuitiva.

Crear el ensayo base.

Ver los detalles del ensayo.

Editar o crear ensayos relacionados al ensayo base.

Editar el ensayo base.

Eliminar el ensayo base.

Generar certificados para impresión.

Manual de Uso

Featured

### Repositorio del Proyecto

Todas las personas que requieran información del código fuente o data para proyectos de investigación, deberán ser solicitados a la Oficina de Coordinación para conceder autorización y terminos de uso.

Formatos disponibles CSV y Exel

Solicitar Acceso al Repositorio

Fuente: Elaboración Propia.

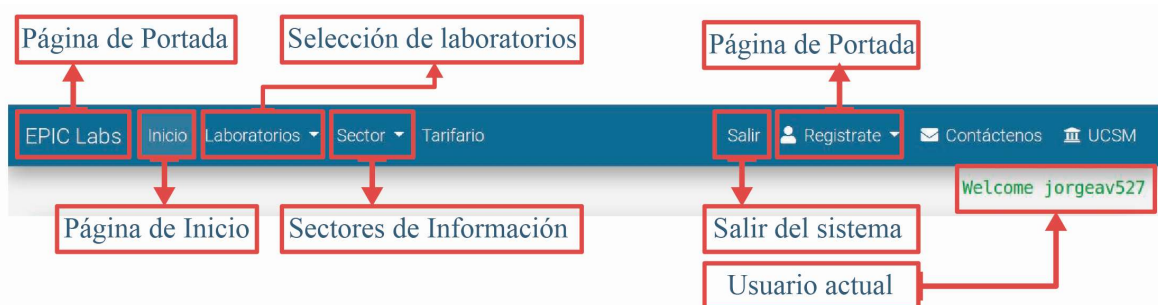
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos  
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

111

### 3. Barra de menú

Presente en toda la navegación del sistema, mostrando el usuario que este identificado y verificado (**Welcome usuario**).

Gráfico 1: Barra de menu (principal).

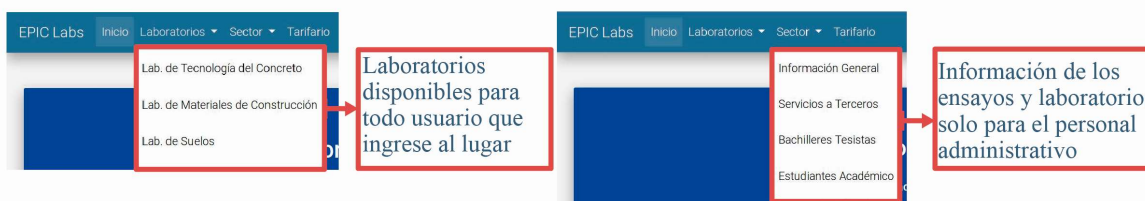


Fuente: Elaboración Propia.

La lista desplegable de Laboratorios será para uso e ingreso del sector académico, sector tesis y el sector servicios a terceros dando solo permisos de visualización estos últimos.

La lista desplegable de Sectores del sistema estará solo disponible para el personal administrativo, al igual que la ejecución e ingreso de datos de los ensayos del sector servicios a terceros de la lista desplegable.

Gráfico 2: Listas desplegables (laboratorios y sectores).



Fuente: Elaboración Propia.

Los administradores del sistema tendrán la autorización y permisos para registrar a los actores del sector tesis, servicios a terceros, docentes y personal administrativo.

Gráfico 3: Lista desplegable (registros sector estudiantil y sector administrativo).





*Fuente: Elaboración Propia.*

Por otro lado el registro general será solo para el sector académico.

#### 4. Ensayos

Los laboratorios de tecnología del concreto, materiales de construcción y suelos tendrán todos los ensayos que se pueden ejecutar y señalados previamente en el marco teórico y señalados en la página de inicio.

*Ilustración 8: Lista desplegable (ensayos de los laboratorios).*

Tecnología del Concreto	Materiales de Construcción	Mecánica de Suelos
» Información General	» Información General	» Información General
» Equipos Implementados	» Equipos Implementados	» Equipos Implementados
» Guías de Ensayos	» Guías de Ensayos	» Guías de Ensayos
» Plana Docente	» Plana Docente	» Plana Docente
» Ensayos	» Ensayos	» Ensayos
» Compresión de Testigos	» Determinación de Propiedades de Unidad de Ladrillo	» Determinación del Equivalente de Arena
» Compresión de Prismas	» Madera Compresión Simple	» Material Más Fino Tamiz 75µm
» Extracción y Compresión de Testigos Diamantinos	» Compresión de Pilas de Ladrillo	» Clasificación de Suelos - Granulometría Global
		» Límite Líquido y Límite Plástico
		» Contenido de Humedad de Suelos
		» Proctor Modificado MTC E115
		» Densidad Húmeda, Metodo Cono de Arena
		» Gravedad Especifica de los Suelos (Picometro de Agua)



*Fuente: Elaboración Propia.*

#### 4.1 Sistema de ensayos principal

Al ingresar al sistema como estudiante, tesista, cliente o personal administrativo técnico capacitado. Visualizamos una breve descripción del ensayo y una tabla para la ingresar los ensayos principales y acciones posibles a tomar.

*Gráfico 4: Sistema de ensayos creados por el usuario y las acciones posibles descritas.*

**ENSAYOS DE ROTURA DE TESTIGOS**

Botón para agregar la información principal del ensayo (+)

Buscador general para filtrar dentro de la tabla (Search:)

Atributos del ensayo principal

Botones de extracción de datos formatos disponibles CV'S, EXCEL Y PDF (CSV, Excel, PDF)

Usuario	Id	Item		f'c Esp. (kgf/cm²)	Fecha de Muestreo (dd/mm/yyyy)	Acciones
		Tipo de Probeta	Código			
bach01	3	CONCRETO	RT2020623113148	63.0	23/06/2020	[Visualizar] [Agregar] [Editar] [Borrar] [Certificado]
bach01	4	CONCRETO	RT20206231200	147.0	23/06/2020	[Visualizar] [Agregar] [Editar] [Borrar] [Certificado]
bach01	5	CONCRETO	RT202062312631	210.0	23/06/2020	[Visualizar] [Agregar] [Editar] [Borrar] [Certificado]
cliente01	1	CONCRETO	RT202031322749	280.0	13/03/2020	[Visualizar] [Agregar] [Editar] [Borrar] [Certificado]
cliente01	2	CONCRETO	RT20206511417	280.0	05/06/2020	[Visualizar] [Agregar] [Editar] [Borrar] [Certificado]

Showing 1 to 5 of 5 entries

Previous 1 Next

Acción - botón para visualización de los resultados en la web

Acción - botón para ingresar los datos de las muestras

Acción - botón para la edición de los datos del ensayo principal

Acción - botón para borrar el ensayo principal

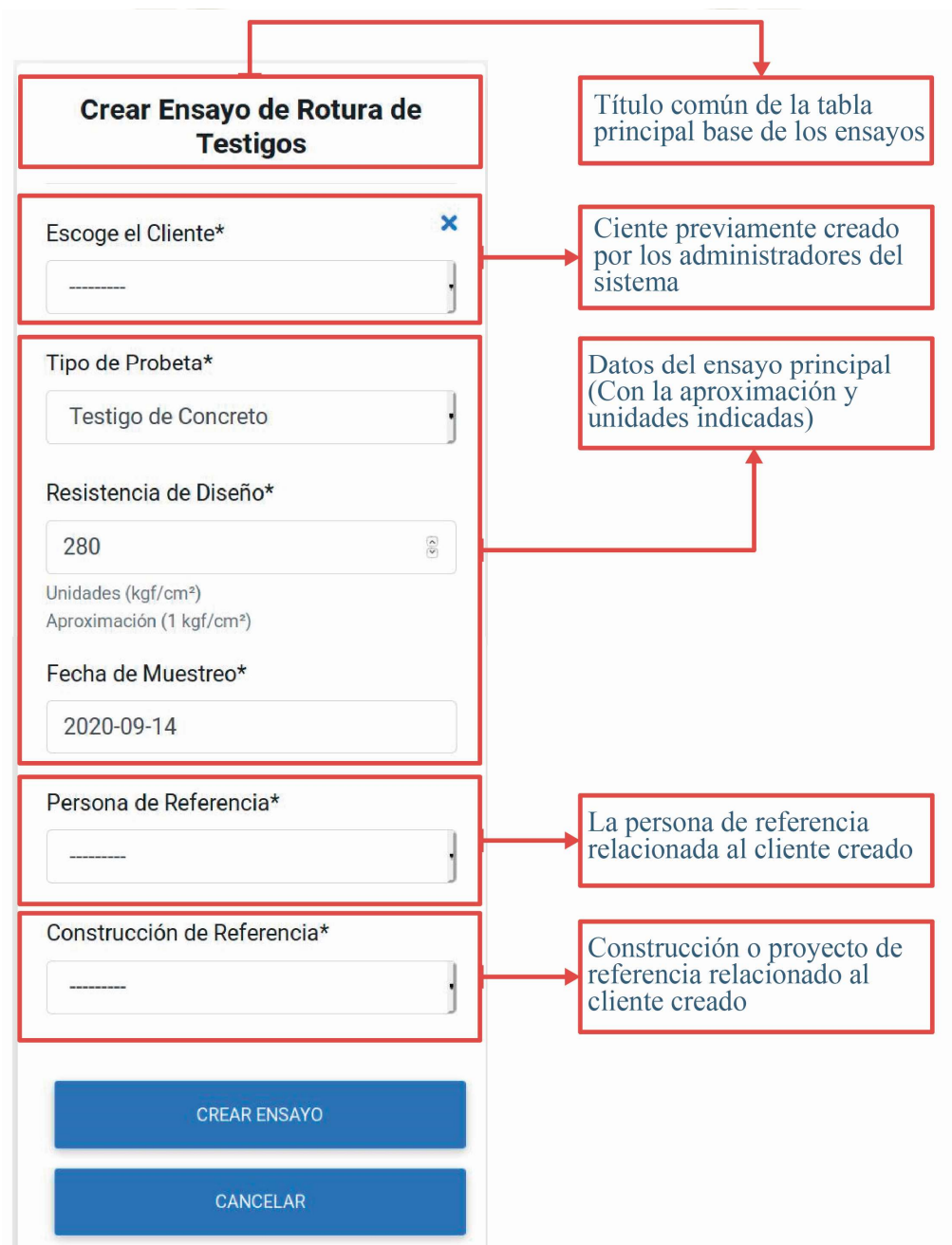
Acción - botón para visualización de los resultados dentro de un certificado

*Fuente: Elaboración Propia.*

## 4.2 Formulario del ensayo principal

En el primer formulario del ensayo principal podemos ingresar los datos esenciales que se requiere para el procesamiento y reconocimiento del ensayo. Las casillas Escoge el Cliente, Persona de Referencia y Construcción de Referencia, solo para el sector servicios a terceros.

Gráfico 5: Formulario tipo de ensayo principal.



The diagram illustrates the 'Crear Ensayo de Rotura de Testigos' form with the following fields and annotations:

- Crear Ensayo de Rotura de Testigos** (Form Title)
- Escoge el Cliente\*** (Dropdown menu): Annotated as 'Cliente previamente creado por los administradores del sistema'.
- Tipo de Probeta\*** (Dropdown menu): Set to 'Testigo de Concreto'.
- Resistencia de Diseño\*** (Text input): Set to '280'. Annotated as 'Datos del ensayo principal (Con la aproximación y unidades indicadas)'. Below the input, it specifies 'Unidades (kgf/cm²)' and 'Aproximación (1 kgf/cm²)'.
- Fecha de Muestreo\*** (Text input): Set to '2020-09-14'.
- Persona de Referencia\*** (Dropdown menu): Annotated as 'La persona de referencia relacionada al cliente creado'.
- Construcción de Referencia\*** (Dropdown menu): Annotated as 'Construcción o proyecto de referencia relacionado al cliente creado'.
- Buttons:** 'CREAR ENSAYO' and 'CANCELAR'.

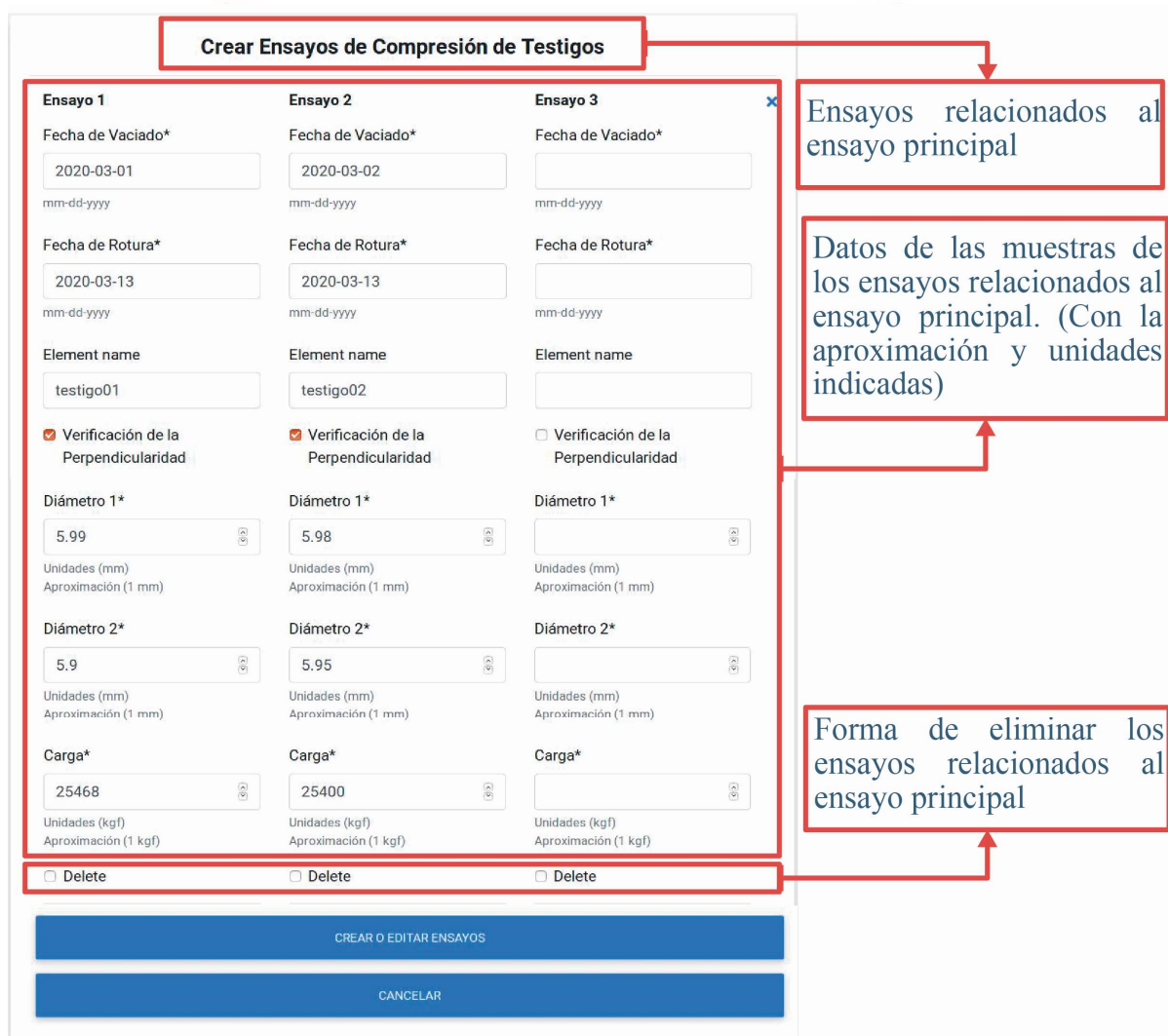
Arrows indicate the flow of data from the form fields to the annotations on the right.

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.3 Formulario de los ensayos relacionados

Los datos de las muestras ensayadas con relación al ensayo principal deben ser registradas para la el procedimiento de los resultados según los requerimientos del ensayo y el laboratorio.

Gráfico 6: Formulario tipo de ensayos relacionales.



**Crear Ensayos de Compresión de Testigos**

Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
Fecha de Vaciado*	Fecha de Vaciado*	Fecha de Vaciado*
2020-03-01	2020-03-02	
mm-dd-yyyy	mm-dd-yyyy	mm-dd-yyyy
Fecha de Rotura*	Fecha de Rotura*	Fecha de Rotura*
2020-03-13	2020-03-13	
mm-dd-yyyy	mm-dd-yyyy	mm-dd-yyyy
Element name	Element name	Element name
testigo01	testigo02	
<input checked="" type="checkbox"/> Verificación de la Perpendicularidad	<input checked="" type="checkbox"/> Verificación de la Perpendicularidad	<input type="checkbox"/> Verificación de la Perpendicularidad
Diámetro 1*	Diámetro 1*	Diámetro 1*
5.99	5.98	
Unidades (mm) Aproximación (1 mm)	Unidades (mm) Aproximación (1 mm)	Unidades (mm) Aproximación (1 mm)
Diámetro 2*	Diámetro 2*	Diámetro 2*
5.9	5.95	
Unidades (mm) Aproximación (1 mm)	Unidades (mm) Aproximación (1 mm)	Unidades (mm) Aproximación (1 mm)
Carga*	Carga*	Carga*
25468	25400	
Unidades (kgf) Aproximación (1 kgf)	Unidades (kgf) Aproximación (1 kgf)	Unidades (kgf) Aproximación (1 kgf)
<input type="checkbox"/> Delete	<input type="checkbox"/> Delete	<input type="checkbox"/> Delete

CREAR O EDITAR ENSAYOS

CANCELAR

Ensayos relacionados al ensayo principal

Datos de las muestras de los ensayos relacionados al ensayo principal. (Con la aproximación y unidades indicadas)

Forma de eliminar los ensayos relacionados al ensayo principal

Fuente: Elaboración Propia.



#### 4.4 Detalles del ensayo vista web

Los detalles de la muestra son diferentes para cada tipo de ensayo según la NTP mostrando detalladamente los resultados del mismo. Los datos del usuario, los datos del ensayo principal, los datos de la tesis si el usuario pertenece al sector tesistas, los resultados de las muestras ensayadas, la persona de referencia y/o construcción si el usuario pertenece al sector servicios a terceros y algunos datos extras del ensayo.

Gráfico 7: Detalles de la vista web del ensayo (Parte 1).



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 8: Detalles de la vista web (Parte 2).

### Resultados del Ensayo

**Determinación del Esfuerzo:**

Secuencia	Elemento	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Ed (di)
Promedio				
SD				

Resultados de las muestras ensayadas, diferente para cada uno de los tipos de ensayos según NTP

### Contacto de Referencia

**Referencia:** Ope Persona Referencia  
Cliente01

**Teléfono:** 456789

**DNI:** 654555

Datos referente a la persona de referencia de la construcción o proyecto previamente creado, solo para Clientes

### Datos Extra

**Id:** 6

**Creado:** Sept. 20, 2020, 10:08 a.m.

**Actualizado:** Sept. 20, 2020, 10:08 a.m.

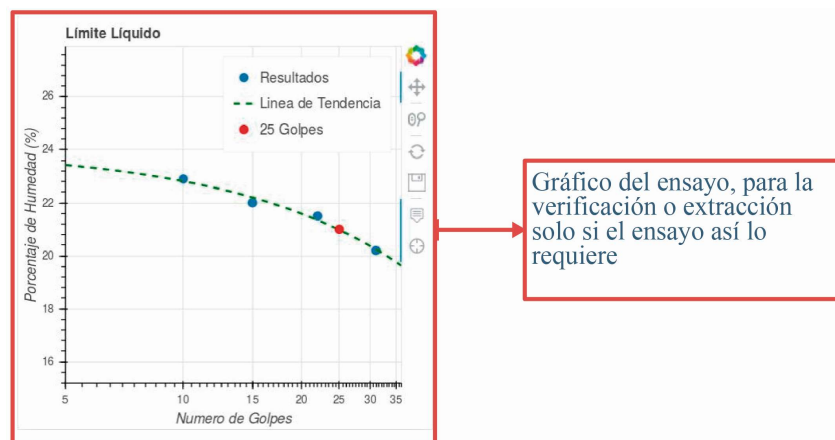
**Nombre del Ensayo:** Rotura Testigo

Datos extras como el número de Id el nombre referente a la base de datos, la fecha de creado o actualizado del ensayo principal

Fuente: Elaboración Propia.

Solo si el ensayo lo requiere se grafica los resultados

Gráfico 9: Detalles vista web (gráfico).



Fuente: Elaboración Propia



Los ensayos del sector tesis y el sector servicios a terceros tendrán certificación por parte del laboratorio con todos los requerimientos de la NTP y se entregaran en fisico al tesista o cliente



Gráfico 10: Detalles vista PDF (Certificado).

Nombre técnico del ensayo

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E110 - MTC E111

NTP 339.129

Normas utilizadas para el desarrollo de ensayo (NTP)

Datos Principales

Nombres: Nombre Bachiller01 Apellido Bachiller01

DNI: 123589

Código: 988575

Curso Especifico: Materiales De Construcción

Título: Tesis Bach01

Línea de Desarrollo: Tecnologías\_Modernas

Comienzo de la Tesis: 04/03/2020

Termino de la Tesis: 15/03/2020

Duración: 11 días

Asesores:  
→ Prof.  
→ Prof.

Muestreo: 28/06/2020 9 p.m.

Emisión de Certificado: 14/09/2020 7:35 p.m.

Límite Líquido: 21.0%

Límite Plástico: 18.3%

Indice de Plasticidad: No se pudo Determinar

Datos del Ensayo

ID: 5

Código QR:

Calicata: CANTERA N° 1 – EL AZUFRAL

Estrato: TRES

Datos requeridos por el certificado según el tipo de ensayo y el tipo de usuario

Numero de ensayo y código QR para ser fácilmente trazable

Resultados requeridos por el certificado, según el tipo de ensayo

Resultados del Ensayo: Límite Líquido

Secuencia	Recipiente	Nº de Golpes	Peso del Recipiente (gramos)	Peso Húmedo (gramos)	Peso Seco (gramos)	Peso Agua (gramos)	Peso Material (gramos)	Humedad %
1	1	31	28.2	38.3	36.6	1.7	8.4	20.2
2	2	22	27.8	40.8	38.5	2.3	10.7	21.5
3	3	15	27.8	40.0	37.8	2.2	10.0	22.0
4	4	10	27.8	42.3	39.6	2.7	11.8	22.9

Resultados del Ensayo: Límite Plástico

Secuencia	Recipiente	Peso del Recipiente (gramos)	Peso Húmedo (gramos)	Peso Seco (gramos)	Peso Agua (gramos)	Peso Material (gramos)	Humedad %
1	1	28.2	29.5	29.3	0.2	1.1	18.2
2	2	27.8	29.2	29.0	0.2	1.2	16.7
3	3	28.2	29.4	29.2	0.2	1.0	20.0

Resultados de las muestras ensayadas en tablas, según el tipo de ensayos

Gráfico del ensayo, para la verificación o extracción solo si el ensayo así lo requiere

Límite Líquido

Firmas de los responsables encargados del ensayo (Oficina Técnica y coordinación )

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

Laboratorio de Ingeniería Civil, Universidad Católica de Santa María, EPICLABS © 2019

Pag. 1 de 2

Pie de página

Fuente: Elaboración Propia..



Ilustración 9: Eliminación del enayo principal.



Fuente: Elaboración Propia.

5. Información de los sectores

Solo para los administradores del sistema se brindara información esencial y fácil de descargar en formato CVS, Excel o en PDF de los principales actores del sistema, los administradores, profesores, personas y/o construcciones de referencia de los clientes, tesis.

Ilustración 10: Información general (Sector Administrativo).

Información General

Personal del Laboratorio

Cientes

Persona de Referencia

Construcciones

Tesistas

Tesis

Estudiantes

Equipos

Herramientas

Ensayos del Lab. de Tecnología del Concreto

Ensayos del Lab. de Materiales de Construcción

Ensayos del Lab. de Suelos

Personal Administrativo

CSV Excel PDF Show 10 entries Search:

Usuario	Título	Nombre	Apellido	Labor	DNI	CIP	Email	Activo	C
coordinador01	None				None	None	coordinador01@gmail.com	True	March 15,
secretaria01	None				None	None	secretaria01@gmail.com	True	March 15,
tecnico01	None				None	None	tecnico01@gmail.com	True	March 15,

Showing 1 to 3 of 3 entries Previous 1 Next

Personal Docente

CSV Excel PDF Show 10 entries Search:

Usuario	Título	Nombre	Apellido	DNI	CIP	Email	Activo	Creado
profesor01	None			None	None	profesor01@gmail.com	True	March 15, 2020, 5:10 p.m.
profesor02	None			None	None	profesor02@gmail.com	True	March 15, 2020, 5:11 p.m.

Showing 1 to 2 of 2 entries Previous 1 Next

Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 11: Información de los equipos.

Información de los Equipos					
CSV	Excel	PDF	Show 10 entries	Search: <input type="text"/>	
Nombre del Equipo	Fecha de Compra	Fecha Ultima de Mantenimiento	Fecha Próxima de Mantenimiento	Mantenimiento	Uso
Balanza	None	None	None	False	332
Carro de Mano	None	None	None	False	17
Cocina	None	None	None	False	17
Cono de Arena	None	None	None	False	8
Cronómetro	None	None	None	False	43
Cuñas de medición	None	None	None	False	24
Equipo Perforador	None	None	None	False	8
Fiola	None	None	None	False	6
Horno Eléctrico	None	None	None	False	229
Maquina Compresora	None	None	None	False	243

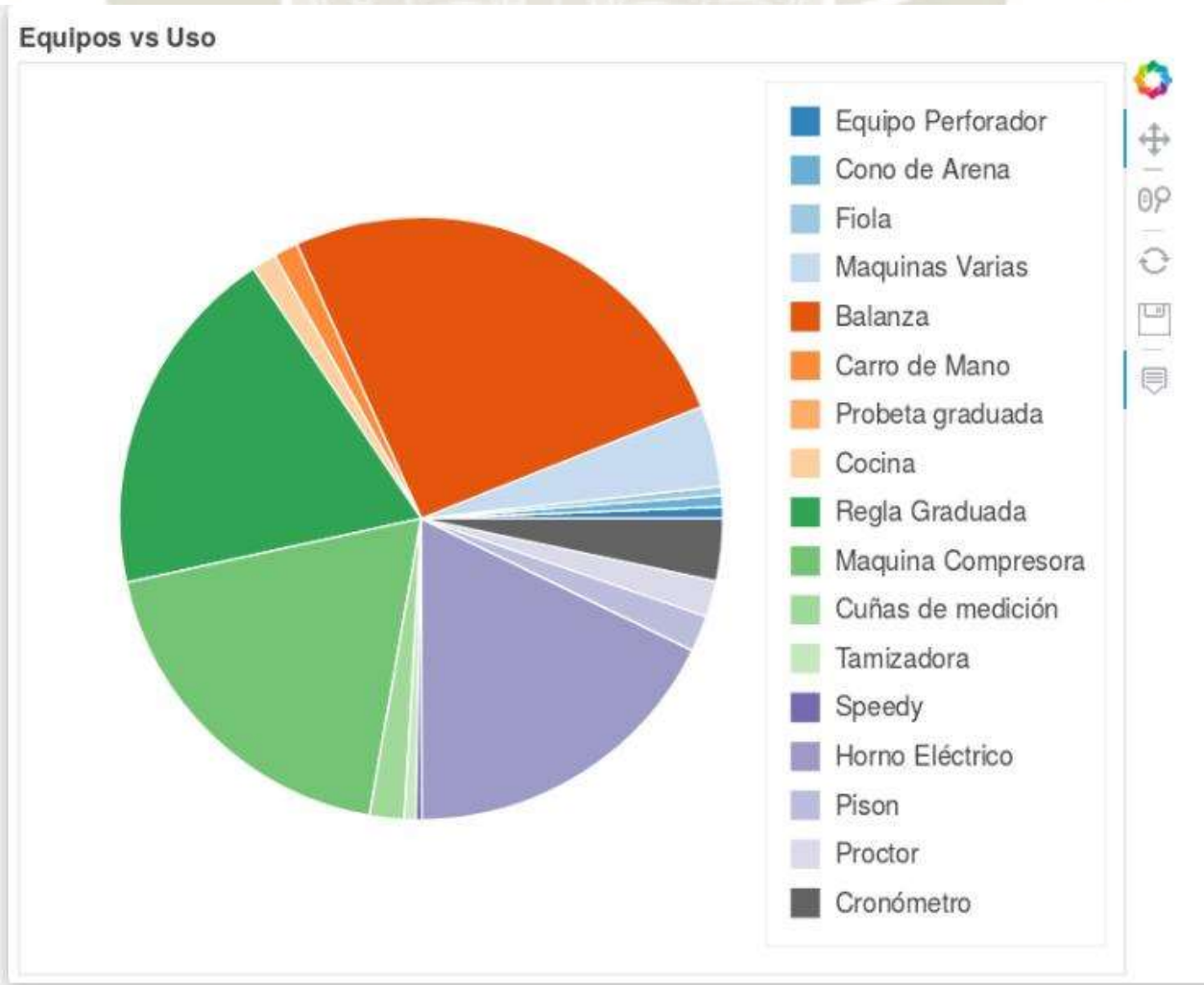
Showing 1 to 10 of 17 entries

Previous 1 2 Next

Fuente: Elaboración Propia.

Usos vs Equipos:

Ilustración 12: Información estadística del uso de los equipos.



Fuente: Elaboración Propia.



5.1 Información de los sectores

El sector servicios a terceros: clientes, personas y/o construcción de referencia.

Ilustración 13: Información del Sector Clientes (Tabla Resumen).

Informacion de Clientes

CSV

Excel

PDF

Show

10

entries

Search:

Cliente							Persona de Referencia				Construcción de Referencia	
Usuario	Nombre de la Empresa	Dirección	Ruc	Teléfono	Email	Activo	Título	Nombres y Apellidos	DNI	Teléfono	Construcción	Dirección
cliente01	nombre empresa cliente01	direccion empresa cliente01	123456	789123	cliente01@gmail.com	True	Ope.	persona referencia cliente01	456789	654555	contruccion cliente01	lugar construccion01 cliente01

Showing 1 to 1 of 1 entries

Previous

1

Next

Fuente: Elaboración Propia.

El sector tesisas: tesisas y tesis relacionada

Ilustración 14: Información Sector Tesisas (Tabla Resumen).

Infordmación de Tesisas

CSV

Excel

PDF

Show

10

entries

Search:

Tesisista								Tesis				
Usuario	Nombre	Apellido	DNI	Código	Email	Activo	Título	Linea	Fecha de Comienzo	Fecha de Culminación	Asesor	Curso Afin
bach01	nombre bachiller01	apellido bachiller01	123589	988575	bach01@gmail.com	True	tesis bach01	TECNOLOGIAS_MODERNAS	March 4, 2020	March 15, 2020	Prof. Prof.	Tecnología del Concreto Materiales de Construcción Suelos

Showing 1 to 1 of 1 entries

Previous

1

Next

Fuente: Elaboración Propia.



El sector académico: Grupo y responsable del grupo y estudiantes relacionados

*Ilustración 15: Información Sector Estudiantil (Tabla Resumen).*

Información de Estudiantes

CSV

Excel

PDF

Show

10

entries

Search:

Responsable						Estudiantes			
Usuario	Nombre	Apellido	Grupo	Email	Activo	Nombres y Apellidos	Código	Email	Teléfono
responsable01	nombre responsable01	apellido responsable01	G-C-2019-01-Hora-Dia	responsable01@gmail.com	True	estudiante04	7889999.	None.	None.
						estudiante03	4565656.	None.	None.
						estudiante02	56345678.	None.	None.
						estudiante01	1234568.	None.	None.

Showing 1 to 1 of 1 entries

Previous

1

Next

*Fuente: Elaboración Propia.*

## 5.2 Equipos utilizados

El ensayo principal y los ensayos relacionados utilizan equipos de laboratorio cuando creados, estos son previamente mencionados en el marco teórico, para el sector académico, sector tesis y el sector servicios a terceros en los laboratorios siguientes. (Como el presente capítulo es una representación general simbólica de los equipos utilizados en laboratorio dare un ejemplo de los nombres y los equipos más frecuentes y usados, ya que esta información será referente a cada laboratorio en el cual se pueda implementar el sistema).



Ilustración 16: Información de los equipos utilizados en el laboratorio de tecnología de concreto (Tabla resumen).

Equipos Usados en el Laboratorio de Tecnología del Concreto									
CSV	Excel	PDF	Show	10	entries	Search:			
Ensayo/Maquina	Equipo Perforador	Cono de Arena	Fiola	Maquinas Varias	Balanza	Carro de Mano	Probeta graduada	Cocina	Regla Graduada
Ensayo de Compresión de Prismas	0	0	0	0	0	1	0	0	4
Ensayo de Compresión de Testigos	0	0	0	0	0	2	0	0	6
LimeDiceBreakEnsayo de Extracción y Compresión de Testigos Diamantinos	2	0	0	0	0	0	0	0	4

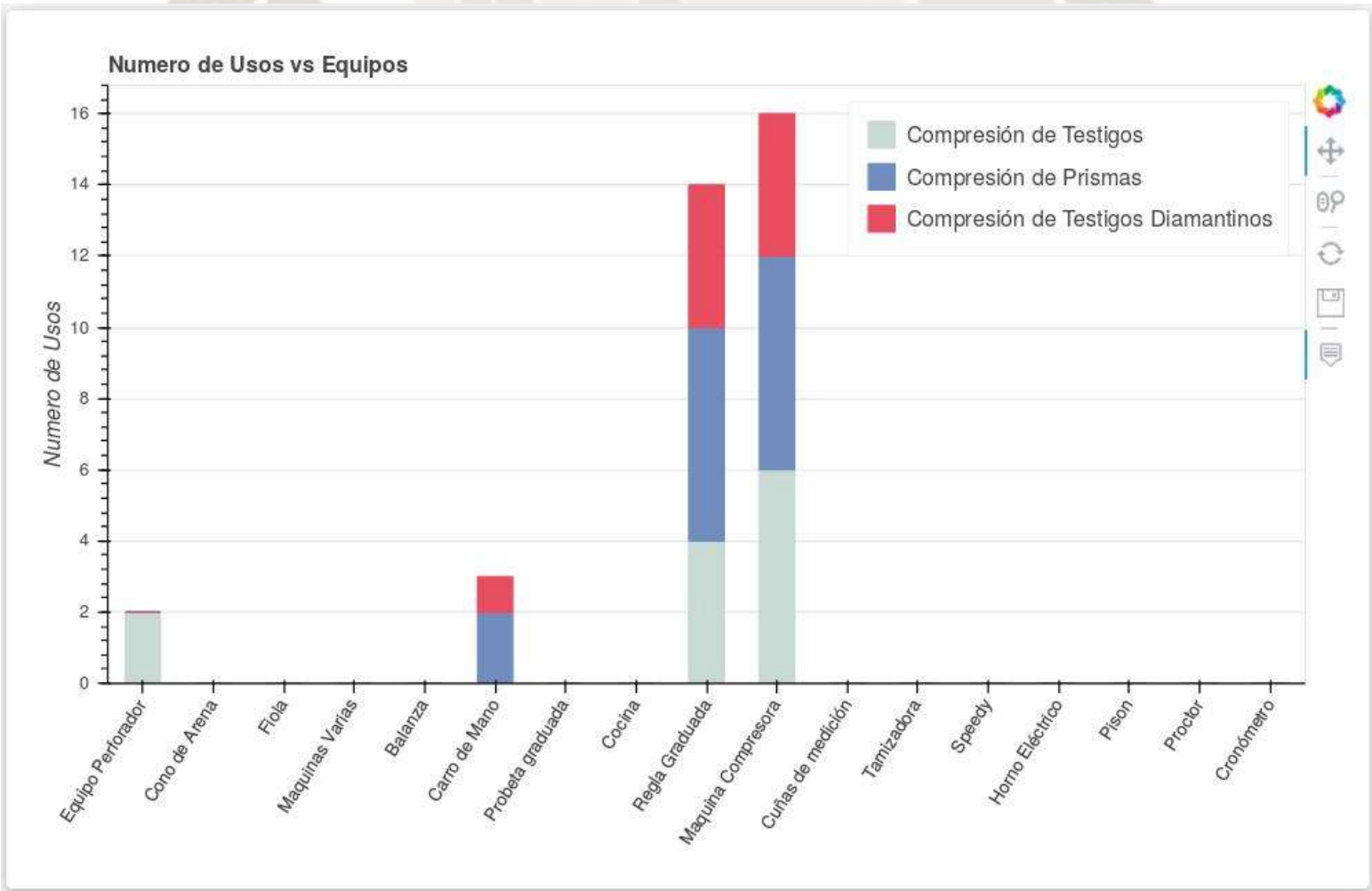
Showing 1 to 3 of 3 entries

Previous1Next

Fuente: Elaboración Propia.

Representación gráfica del uso de los equipos del laboratorio de tecnología de concreto por los ensayos previamente ejecutados.

Ilustración 17: Representación gráfica estadística del uso de los equipos de laboratorio de tecnología del concreto.



Fuente: Elaboración Propia.



Ilustración 18: Información de los equipos utilizados en el laboratorio de materiales de construcción (Tabla resumen).

Equipos Usados en el Laboratorio de Materiales de Construcción

CSVExcelPDF

Show10entries

Search:

Ensayo/Equipo	Equipo Perforador	Cono de Arena	Fiola	Maquinas Varias	Balanza	Carro de Mano	Probeta graduada	Cocina	Regla Graduada
Ensayo de Clasificación del Ladrillo	0	0	0	1	10	0	0	3	9
Ensayo de Compresión de Pilas de Ladrillos	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Ensayo de Compresión Simple en Madera	0	0	0	1	5	0	0	0	4

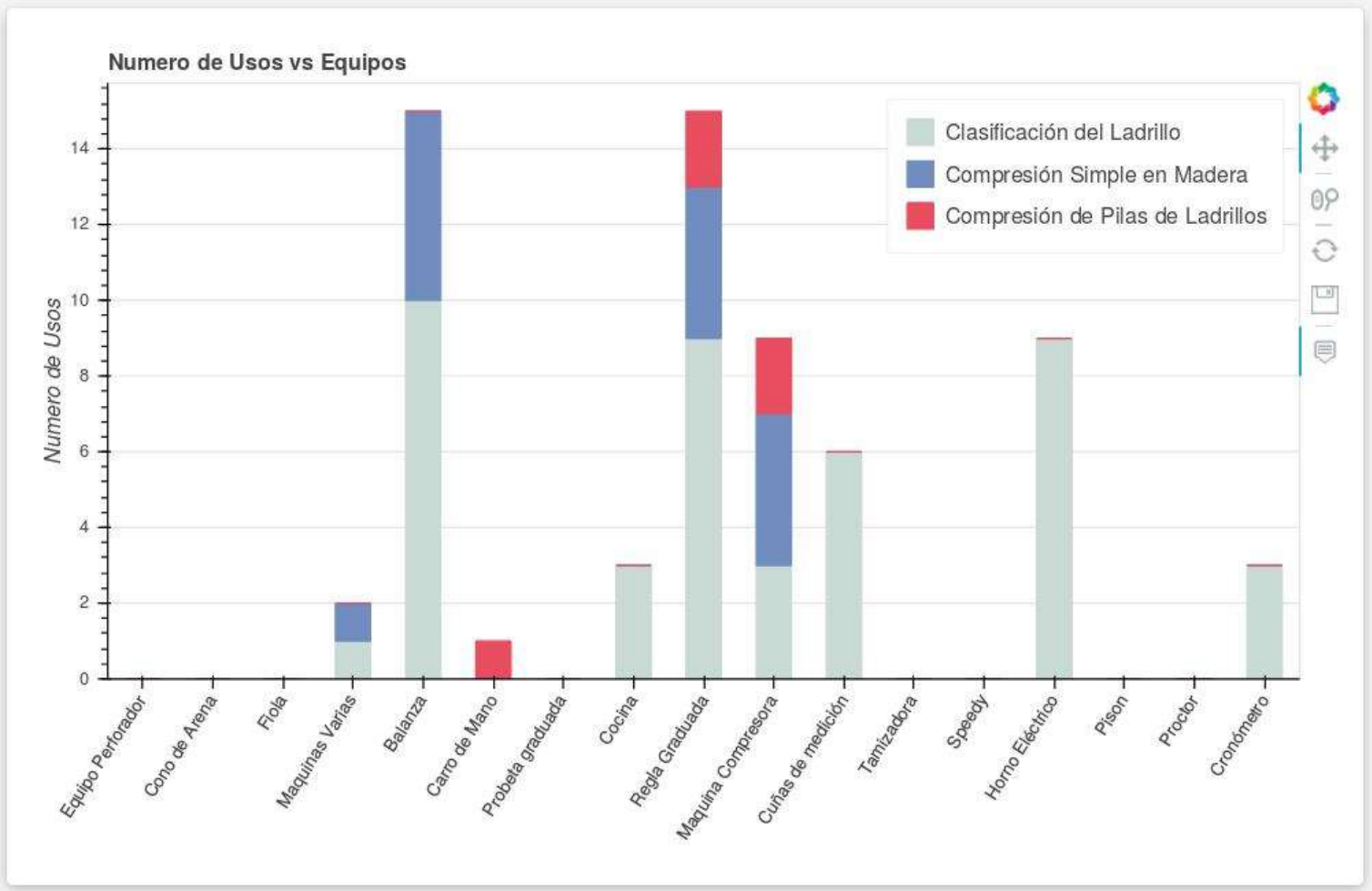
Showing 1 to 3 of 3 entries

Previous1Next

Fuente: Elaboración Propia.

Representación gráfica del uso de los equipos del laboratorio de materiales de construcción por los ensayos previamente ejecutados.

Ilustración 19: Representación gráfica estadística del uso de los equipos de laboratorio de materiales de construcción.



Fuente: Elaboración Propia.



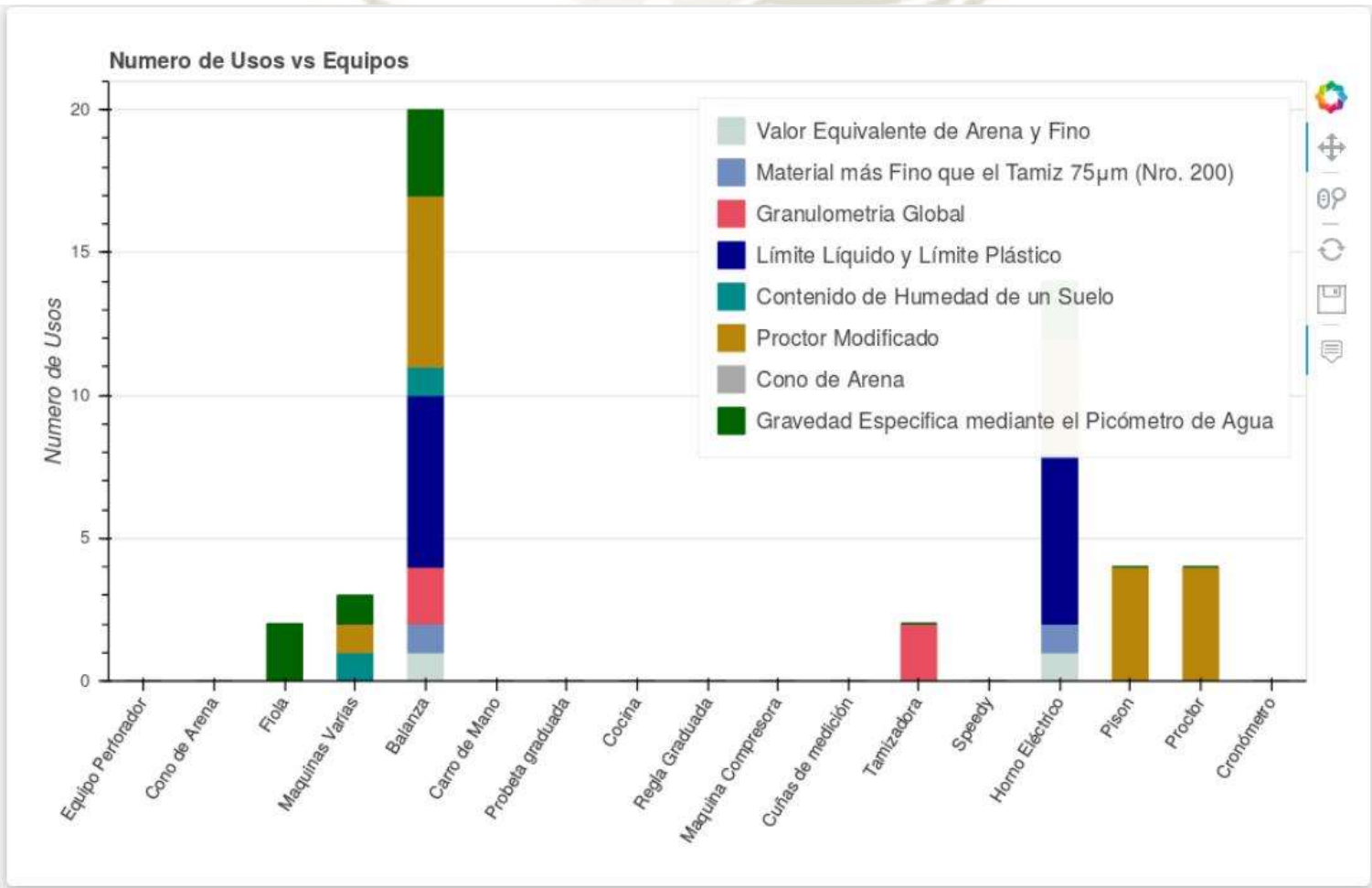
Ilustración 20: Información de los equipos utilizados en el laboratorio de suelos (Tabla resumen).

Equipos Usados en el Laboratorio de Suelos									
CSV	Excel	PDF	Show 10	entries	Search:				
Ensayo/Maquina	Proctor	Pison	Speedy	Homo Eléctrico	Probeta graduada	Balanza	Tamizadora	Carro de Mano	Fiola
Ensayo de Contenido de Humedad de un Suelo	0	0	0	3	0	4	0	0	0
Ensayo de Granulometria Gloval	0	0	0	0	0	2	2	0	0
Ensayo de Gravedad Especifica mediante el Picómetro de Agua	0	0	0	2	0	3	0	0	2
Ensayo de Limite Líquido y Limite Plástico	0	0	0	5	0	5	0	0	0
Ensayo de Proctor Modificado	4	4	0	4	0	6	0	0	0
Ensayo de Valor Equivalente de Arena y Fino	0	0	0	3	0	3	0	0	0
Ensayo del Cono de Arena	0	0	1	2	0	5	0	0	0
Ensayo del Material más Fino que el Tamiz 75µm (Nro. 200)	0	0	0	1	0	1	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia.

Representación gráfica del uso de los equipos del laboratorio de suelos por los ensayos previamente ejecutados.

Ilustración 21: Representación gráfica estadística del uso de los equipos de laboratorio de suelos.



Fuente: Elaboración Propia.

## CAPITULO V: RESULTADOS

A continuación mostramos los resultados de la aplicación web, que son ejecutados por el sistema previo registro dentro del software, tomando como principales puntos:

- Para cada ensayo se registrará los datos necesarios conforme los formularios lo requieran, la primera parte está enfocada al registro del ensayo principal y la segunda parte para el registro de ensayos relacionados que complementan la información del primero.
- Se buscó en el repositorio de tesis de la biblioteca virtual de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María, tesis con ensayos que podrían fácilmente ser registrados dentro del sistema EPIC Labs, y seguidamente comprobados tanto en la vista web, como en el certificado en formato PDF que entregara el sistema, según las consideraciones de cada ensayo previamente mencionado en el marco teórico.
- En la pestaña Sectores → Información General → Ensayo del Laboratorio → Ensayo procurado. Se mostrará una tabla resumen de todos los ensayos ejecutados e ingresados dentro del sistema, solamente para los administradores del sistema.
- Cada usuario tendrá acceso detallado a los datos y resultados de los ensayos ejecutados e ingresados, en una vista web del sistema según requerimientos de cada ensayo previamente mencionados en el marco teórico.
- Como estadísticas básicas, se mostrara el número total de ensayos realizados y sus desagregados en los diferentes sectores, como también los equipos utilizados y uso por ensayo con respecto al ensayo y al sector.

## 1. Resultados del ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras cilíndricas.

La tesis que se tomó como referencia fue: “ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS DE CURADO PARA ELABORAR CONCRETO CON RESISTENCIA  $F'C = 210 \text{ KG/CM}^2$  EN AREQUIPA” (2018), por el bachiller Rondón Rodríguez, Paúl Alexander.

Registré los ensayos de CONCRETO de resistencia requerida  $63 \text{ kgf/cm}^2$ ,  $147 \text{ kgf/cm}^2$  y  $210 \text{ kgf/cm}^2$ , Diseño 1 IP curado por inmersión dentro de la plataforma como ensayos principales luego ingresamos los datos de las muestras.

*Ilustración 22: Ensayos de rotura de testigos cilíndricos (Ensayo principal).*

ENSAYOS DE ROTURA DE TESTIGOS						
<div> <div>CSV</div> <div>Excel</div> <div>PDF</div> </div> <div>Show 10 entries</div> <div>Search: <input type="text"/></div>						
Usuario	Id	Item		Fc Esp. (kgf/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Muestreo (dd/mm/yyyy)	Acciones
		Tipo de Probeta	Código			
bach01	5	CONCRETO	RT202062312631	210.0	23/06/2020	<div> <div></div> <div>+</div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>
bach01	4	CONCRETO	RT20206231200	147.0	23/06/2020	<div> <div></div> <div>+</div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>
bach01	3	CONCRETO	RT2020623113148	63.0	23/06/2020	<div> <div></div> <div>+</div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>

Showing 1 to 3 of 3 entries

Previous: 1 Next

*Fuente: Elaboración Propia.*



Los resultados obtenidos en la vista web y comparados con la tesis original fueron muy parecidos.

Gráfico 11: Comparación de resultados del ensayo de rotura de testigos de concreto cilindricos.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y ANALISIS COMPARATIVO										
4.1 RESULTADOS DE ENSAYOS CURADO DE ANEGAMIENTO O INMERSIÓN.										
• DISEÑO 1:										
✓ Cemento IP:										
Descripción	Resistencia requerida (kgf/cm <sup>2</sup> )	Tiempo rotura (días)	Fuerza (kgf)	Diámetros (cm)		Promedio (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> )	R prom (kgf/cm <sup>2</sup> )	% Rp
Diseño 1 IP - curado por inmersión	63	3	8143	10.8	10.76	10.78	91.27	89	94	38%
Diseño 1 IP - curado por inmersión	63	3	8961	10.86	10.81	10.84	92.20	97		
Diseño 1 IP - curado por inmersión	63	3	8773	10.82	10.76	10.79	91.44	96		
Diseño 1 IP - curado por inmersión	147	7	11137	10.28	10.15	10.22	81.95	136	141	56%
Diseño 1 IP - curado por inmersión	147	7	11980	10.22	10.2	10.21	81.87	146		
Diseño 1 IP - curado por inmersión	147	7	11487	10.24	10.24	10.24	82.36	139		
Diseño 1 IP - curado por inmersión	210	28	22231	10.85	10.72	10.79	91.35	243	250	100%
Diseño 1 IP - curado por inmersión	210	28	23603	10.8	10.84	10.82	91.95	257		
Diseño 1 IP - curado por inmersión	210	28	22751	10.78	10.72	10.75	90.76	251		

Tipo de Probeta: Concreto										
Resistencia de Diseño: 63.0 kgf/cm <sup>2</sup>										
Resultados del Ensayo										
Determinación del Esfuerzo:										
Secuencia	Elemento	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro Superior (mm)	Diámetro Inferior (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Carga (kgf)	Esfuerzo (kgf/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (MPa)
1	1-IP-(1)-63	June 3, 2020	June 6, 2020	3	108.0	108.0	9160.9	8143.0	88.89	8.7
2	1-IP-(2)-63	June 3, 2020	June 6, 2020	3	109.0	108.0	9331.3	8961.0	96.03	9.4
3	1-IP-(2)-63	June 3, 2020	June 6, 2020	3	108.0	108.0	9160.9	8773.0	95.77	9.4
Promedio									93.56	9.2
SD									3.31	0.3

1-IP-(1)-63: 41.1 % de 63.0 kgf/cm <sup>2</sup>										
1-IP-(2)-63: 52.4 % de 63.0 kgf/cm <sup>2</sup>										
1-IP-(2)-63: 52.0 % de 63.0 kgf/cm <sup>2</sup>										

Fuente: Elaboración Propia.

Los mismos resultados son mostrados en la vista web como certificados en PDF.

*Ilustración 23: Certificado tipo del ensayo de rotura de testigos de concreto cilíndricos (vista PDF).*

**CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS EN MUESTRAS CILINDRICAS.**


NTP 334.034

**Datos Principales**

**Nombres:** Nombre Bachiller01 Apellido Bachiller01  
**DNI:** 123589  
**Código:** 988575  
**Curso Específico:** Tecnología Del Concreto  
**Título:** Tesis Bach01  
**Línea de Desarrollo:** Tecnologías Modernas  
**Comienzo de la Tesis:** 04/03/2020  
**Termino de la Tesis:** 15/03/2020  
**Duración:** 11 días  
**Asesores:**  
 → Prof.  
 → Prof.  
**Muestreo:** 23/06/2020 11:31 a.m.  
**Emisión de Certificado:** 02/10/2020 9:13 p.m.  
**1-lp-(1)-63:** 41.1 %  
**1-lp-(2)-63:** 52.4 %  
**1-lp-(2)-63:** 52.0 %

**Datos del Ensayo**

**ID:** 3  
**Código QR:**



**Tipo de Probeta:** Concreto  
**f'c Esp:** 63.0 kgf/cm²

**Resultados del Ensayo:** Determinación del Esfuerzo

Nº	Elemento	Fecha		Edad (días)	Área (mm²)	Esfuerzo de Rotura	
		Vaciado	Rotura			(kgf/cm²)	(MPa)
1	1-lp-(1)-63	03/06/2020	06/06/2020	3	9160.9	88.89	8.7
2	1-lp-(2)-63	03/06/2020	06/06/2020	3	9331.3	96.03	9.4
3	1-lp-(2)-63	03/06/2020	06/06/2020	3	9160.9	95.77	9.4
<b>Promedio</b>						93.56	9.2
<b>SD</b>						3.31	0.3

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

## 2. Resultados del ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras prismáticas.

La tesis que se tomó como referencia fue: “APLICACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA FABRICACIÓN DE UNIDADES DE CONCRETO LIVIANO PARA MUROS DE TABIQUERÍA EN LA CIUDAD DE AREQUIPA” (2017), por el bachiller Naiza Ramírez, Gonzalo Renato.

Registré los ensayos para las muestras de ADOQUIN DE CONCRETO en forma rectangular (bloques) con un largo y un ancho aproximadamente de 187mm, para obtener valores de la resistencia específica de 40.8kgf/cm<sup>2</sup> y 35kgf/cm<sup>2</sup>, luego ingresamos los datos de las muestras.

*Ilustración 24: Ensayos de rotura de testigos prismáticos de concreto (Ensayo principal).*

ENSAYOS DE ROTURA DE PRISMAS						
<div> <div>CSV</div> <div>Excel</div> <div>PDF</div> <div>Show 10 entries</div> <div>Search:</div> </div>						
Usuario	Id	Item		f'c Esp. (kgf/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Muestreo (dd/mm/yyyy)	Acciones
		Tipo de Prisma	Código			
bach01	2	ADOQUIN_CONCRETO	RT2020623123045	40.8	23/06/2020	<div> <div></div> <div>+</div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>
bach01	3	ADOQUIN_CONCRETO	RT2020623123033	35.0	23/06/2020	<div> <div></div> <div>+</div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>

Showing 1 to 2 of 2 entries

Previous

1

Next

*Fuente: Elaboración Propia.*



Los resultados obtenidos en la vista web y comparados con la tesis original fueron muy parecidos

Gráfico 12: Comparación de resultados del ensayo de rotura de testigos prismáticos de concreto.

<b>TABLA N° 32</b> Resultado ensayo a compresión de bloques				
RESISTENCIA LA COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES				
TIPO DE BLOQUE	M	FUERZA AXIAL (kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
BLOQUE DE CONCRETO	1	26230 kg	349.2 cm <sup>2</sup>	75.110 kg/cm <sup>2</sup>
BLOQUE DE CONCRETO	2	26320 kg	349.2 cm <sup>2</sup>	75.370 kg/cm <sup>2</sup>
BLOQUE DE CONCRETO	3	27250 kg	351 cm <sup>2</sup>	77.810 kg/cm <sup>2</sup>
PROMEDIO		26600 kg	349.8 cm <sup>2</sup>	76.043 kg/cm <sup>2</sup>
BLOQUE DE POLIESTIRENO	1	14320 kg	352.45 cm <sup>2</sup>	40.63 kg/cm <sup>2</sup>
BLOQUE DE POLIESTIRENO	2	14340 kg	359.45 cm <sup>2</sup>	39.89 kg/cm <sup>2</sup>
BLOQUE DE POLIESTIRENO	3	14120 kg	359.45 cm <sup>2</sup>	39.28 kg/cm <sup>2</sup>
PROMEDIO		14260 kg	357.11 cm <sup>2</sup>	39.93 kg/cm <sup>2</sup>

Tipo de Prisma: Adoquin_Concreto	
Resistencia de Diseño: 40.8 kgf/cm <sup>2</sup>	

Resultados del Ensayo										
Determinación del Esfuerzo:										
Secuencia	Elemento	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Carga (kgf)	Esfuerzo (kgf/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (MPa)
1	BLOQUE-CONCRETO-1	June 1, 2020	June 28, 2020	27	187.0	187.0	34969.0	26230.0	75.01	7.4
2	BLOQUE-CONCRETO-2	June 1, 2020	June 28, 2020	27	187.0	187.0	34969.0	26320.0	75.27	7.4
3	BLOQUE-CONCRETO-3	June 1, 2020	June 28, 2020	27	187.0	187.0	34969.0	27250.0	77.93	7.6
Promedio									76.07	7.5
SD									1.32	0.1

Bloque-Concreto-1: 83.8 % de 40.8 kgf/cm <sup>2</sup>	
Bloque-Concreto-2: 84.5 % de 40.8 kgf/cm <sup>2</sup>	
Bloque-Concreto-3: 91.0 % de 40.8 kgf/cm <sup>2</sup>	

Fuente: Elaboración Propia.

Los mismos resultados son mostrados en la vista web como certificados en PDF.

*Ilustración 25: Certificado tipo del ensayo de rotura de testigos prismáticos de concreto (vista PDF).*

**CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS EN MUESTRAS PRISMÁTICAS.**


NTP 334.034

**Datos Principales**

**Nombres:** Nombre Bachiller01 Apellido Bachiller01  
**DNI:** 123589  
**Código:** 988575  
**Curso Específico:** Tecnología Del Concreto  
**Título:** Tesis Bach01  
**Línea de Desarrollo:** Tecnologías Modernas  
**Comienzo de la Tesis:** 04/03/2020  
**Termino de la Tesis:** 15/03/2020  
**Duración:** 11 días  
**Asesores:**  
 → Prof.  
 → Prof.  
**Muestreo:** 23/06/2020 12:15 p.m.  
**Emisión de Certificado:** 02/10/2020 9:16 p.m.  
**Bloque-Concreto-1:** 83.8 %  
**Bloque-Concreto-2:** 84.5 %  
**Bloque-Concreto-3:** 91.0 %

**Datos del Ensayo**

**ID:** 2  
**Código QR:**



**Tipo de Prisma:**  
 Adoquin\_Concreto  
**f'c Esp:** 40.8 kgf/cm²

**Resultados del Ensayo:** Determinación del Esfuerzo

Item		Fecha		Edad	Área	Esfuerzo de Rotura	
Nº	Elemento	Vaciado	Rotura	(días)	(mm²)	(kgf/cm²)	(MPa)
1	Bloque-Concreto-1	01/06/2020	28/06/2020	27	34969.0	75.01	7.4
2	Bloque-Concreto-2	01/06/2020	28/06/2020	27	34969.0	75.27	7.4
3	Bloque-Concreto-3	01/06/2020	28/06/2020	27	34969.0	77.93	7.6
<b>Promedio</b>						76.07	7.5
<b>SD</b>						1.32	0.1

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

### 3. Resultados del ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos diamantinos en muestras cilíndricas

El documento técnico que se tomó de referencia “SUELOS ESTABILIZADOS – PETRAMAS TRAMO DE PRUEBA” (2001), por la compañía SERMASOL S.A.C. Calidad en la Construcción.

Así mismo una vez finalizado los trabajos se esperó 28 días para realizar la extracción de testigos diamantinos para determinar su resistencia a la compresión. Para su identificación los testigos diamantinos se han denominado T-1, T-2, T-3, T-4, T-5 de Concreto ingresamos los datos de los testigos en ese orden.

*Ilustración 26: Ensayos de rotura de testigos diamantinos de concreto (Ensayo principal).*

ENSAYOS DE ROTURA DE TESTIGOS DIAMANTINOS						
<div> <div>CSV</div> <div>Excel</div> <div>PDF</div> <div>Show 10 entries</div> <div>Search: <input type="text"/></div> </div>						
Usuario	Id	Item		f'c Esp. (kgf/cm <sup>2</sup> )	Fecha Muestreo (dd/mm/yyyy)	Acciones
		Tipo de Diamante	Código			
bach01	3	Concreto	CTD2020623123717	100.0		<div> <div></div> <div>+</div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>
Showing 1 to 1 of 1 entries						
<div> <div>Previous</div> <div>1</div> <div>Next</div> </div>						

*Fuente: Elaboración Propia.*



Los resultados obtenidos en la vista web y comparados con el documento original fueron muy parecidos.

Gráfico 13: Comparación de resultados del ensayo de rotura de testigos diamantinos de concreto.

ROTURA DE TESTIGOS DIAMANTINOS – NTP 339.059.2001												
	Elemento:	Suelos Estabilizados										
	Ubicación:	Ver Plano UT-01										
	Testigo:	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6					
Altura (h)	cm	12.1	9.2	10.5	14.2	11.9	8.7					
Diámetro (d)	cm	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5					
Relación (d/h)		1.27	0.97	1.11	1.49	1.25	0.92					
Área	cm²	70.88	70.88	70.88	70.88	70.88	70.88					
Peso	kg	1696	1435	1512	1878	1645	1290					
Peso Unitario	kg/cm³	2181	2167	2134	2098	2125	2189					
Carga	kg	7498	7390	7590	7623	7569	7433					
f'c	kg/cm²	106	104	107	108	107	105					
Factor de corrección		0.93	0.87	0.89	0.97	0.90	0.84					
<b>f'c corregido</b>	<b>kg/cm²</b>	<b>99</b>	<b>91</b>	<b>95</b>	<b>104</b>	<b>96</b>	<b>88</b>					
Condición de humedad		Seco al aire	Seco al aire	Seco al aire	Seco al aire	Seco al aire	Seco al aire					
Observaciones: 1. Testigos extraídos el día 19-09-2014 por personal de SERMASOL, ubicación indicada por el solicitante. 2. Equipo Utilizado: Prensa para ensayos de compresión simple de 100 toneladas.												
Resistencia de Diseño: 100.0 kgf/cm²												
Curso Específico: Tecnología Del Concreto												
Resultados del Ensayo												
Determinación del Esfuerzo:												
Secuencia	Elemento	Fecha de Extracción	Fecha de Rotura	Tiempo de espera (días)	Diámetro (mm)	Largo (mm)	Factor L/D	Área (mm²)	Corrección	Carga (kgf)	Esfuerzo (kgf/cm²)	Esfuerzo (MPa)
1	T-1	June 1, 2020	June 7, 2020	6	95.0	121.0	1.27	7088.2	0.93	7498.0	98.38	9.65
2	T-2	June 1, 2020	June 7, 2020	6	95.0	92.0	0.97	7088.2	0.87	7390.0	90.7	8.9
3	T-3	June 1, 2020	June 7, 2020	6	95.0	105.0	1.11	7088.2	0.9	7590.0	96.37	9.45
4	T-4	June 1, 2020	June 7, 2020	6	95.0	142.0	1.49	7088.2	0.96	7623.0	103.24	10.13
5	T-5	June 1, 2020	June 7, 2020	6	95.0	119.0	1.25	7088.2	0.93	7569.0	99.31	9.74

Fuente: Elaboración Propia.

Los mismos resultados son mostrados en la vista web como certificados en PDF.

*Ilustración 27: Certificado tipo del ensayo de rotura de testigos diamantinos de concreto (vista PDF).*

**CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DIAMANTINOS EN MUESTRAS CILINDRICAS.**

NTP 334.034

**Datos Principales**

**Nombres:** Nombre Bachiller01 Apellido Bachiller01  
**DNI:** 123589  
**Código:** 988575  
**Curso Específico:** Tecnología Del Concreto  
**Título:** Tesis Bach01  
**Línea de Desarrollo:** Tecnologías Modernas  
**Comienzo de la Tesis:** 04/03/2020  
**Término de la Tesis:** 15/03/2020  
**Duración:** 11 días  
**Asesores:**  
→ Prof.  
→ Prof.  
**Muestreo:** 23/06/2020 12:35 p.m.  
**Emisión de Certificado:** 02/10/2020 9:19 p.m.

**Datos del Ensayo**

**ID:** 3  
**Código QR:**



**Tipo de Diamante:**  
**f'c Esp:** 100.0 kgf/cm<sup>2</sup>

**Resultados del Ensayo:** Determinación del Esfuerzo

Id	Item	Fecha		Tiempo de Espera (días)	Área (mm <sup>2</sup> )	Factor (L/D)	Corrección (Adimensional)	Esfuerzo de Rotura	
		Extracción	Rotura					(MPa)	(kgf/cm <sup>2</sup> )
13	T-1	01/06/2020	07/06/2020	6	7088.2	1.27	0.93	98.38	9.65
14	T-2	01/06/2020	07/06/2020	6	7088.2	0.97	0.87	90.7	8.9
15	T-3	01/06/2020	07/06/2020	6	7088.2	1.11	0.9	96.37	9.45
16	T-4	01/06/2020	07/06/2020	6	7088.2	1.49	0.96	103.24	10.13
17	T-5	01/06/2020	07/06/2020	6	7088.2	1.25	0.93	99.31	9.74

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

#### 4. Resultados del ensayo para determinar las propiedades en unidades de albañilería

La tesis que se tomó como referencia fue: “INFLUENCIA DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN AL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (F'M) DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA FABRICADOS CON LADRILLOS ARTESANALES E INDUSTRIALES DE ARCILLA EN LA CIUDAD DE AREQUIPA” (2018), por la bachiller Ramírez Huamán, Mayra Ivonne.

Se determinaron las características físicas, geométricas, mecánicas y su clasificación de acuerdo a la norma técnica E-070 de las unidades de albañilería, los resultados que se tomarán en cuenta son de ladrillo industrial King Kong el diamante.

Se irán ingresando los datos de los ensayos según lo requiera el usuario ya que los ensayos son independientes entre si.

*Ilustración 28: Ensayos de propiedades en unidades de albañilería calcinada para la construcción (Ensayo principal).*

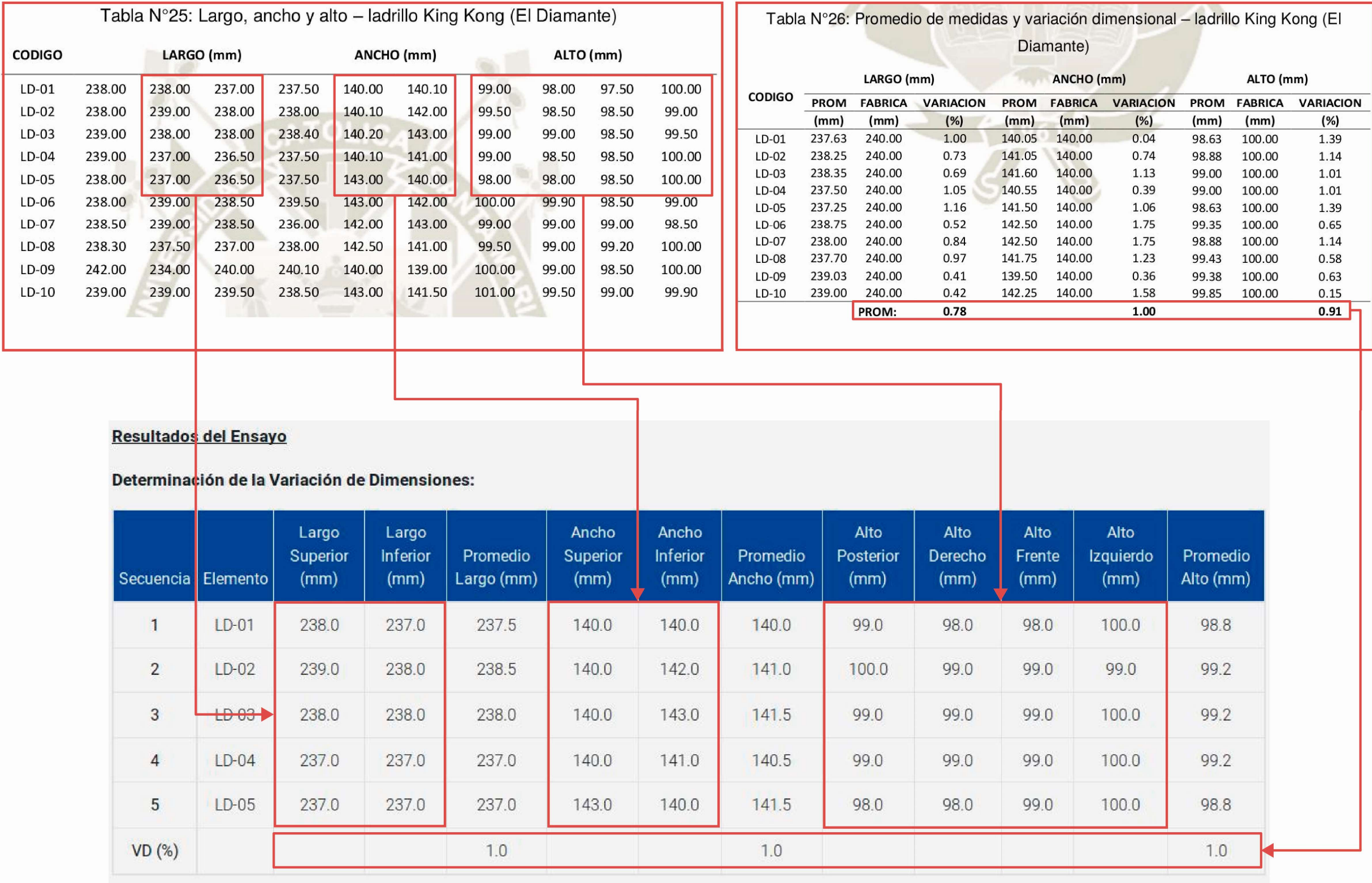
ENSAYOS DE PROPIEDADES EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CALCINADA PARA LA CONSTRUCCIÓN								
<div> <div>CSV</div> <div>Excel</div> <div>PDF</div> <div>Show 10 entries</div> <div>Search:</div> </div>								
Usuario	Id	Item			Fecha		Tiempo de Espera (días)	
		Elemento	Ladrillera	Código	Muestreo	Ensayo		
bach01	4	Ladrillo industrial	Choque	TL2020625101637	11/06/2020	25/06/2020	14	<div> <div></div> <div>+</div> <div>+</div> <div></div> </div>
bach01	3	Ladrillo industrial	El Diamante	TL2020624212152	04/06/2020	24/06/2020	20	<div> <div></div> <div>+</div> <div>+</div> <div></div> </div>
Showing 1 to 2 of 2 entries								
					Previous	1	Next	

*Fuente: Elaboración Propia.*



Los resultados obtenidos en la vista web y comparados con la tesis original fueron muy parecidos (Ensayo de variación dimensional).

Gráfico 14: Comparación de resultados del ensayo de variación dimensional de unidades de albañilería.



Resultados del Ensayo

Determinación de la Variación de Dimensiones:

Secuencia	Elemento	Largo Superior (mm)	Largo Inferior (mm)	Promedio Largo (mm)	Ancho Superior (mm)	Ancho Inferior (mm)	Promedio Ancho (mm)	Alto Posterior (mm)	Alto Derecho (mm)	Alto Frente (mm)	Alto Izquierdo (mm)	Promedio Alto (mm)
1	LD-01	238.0	237.0	237.5	140.0	140.0	140.0	99.0	98.0	98.0	100.0	98.8
2	LD-02	239.0	238.0	238.5	140.0	142.0	141.0	100.0	99.0	99.0	99.0	99.2
3	LD-03	238.0	238.0	238.0	140.0	143.0	141.5	99.0	99.0	99.0	100.0	99.2
4	LD-04	237.0	237.0	237.0	140.0	141.0	140.5	99.0	99.0	99.0	100.0	99.2
5	LD-05	237.0	237.0	237.0	143.0	140.0	141.5	98.0	98.0	99.0	100.0	98.8
VD (%)				1.0			1.0					1.0

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados obtenidos en la vista web y comparados con la tesis original fueron muy parecidos (Ensayo de alabeo).

Gráfico 15: Comparación de resultados del ensayo de alabeo de unidades de albañilería.

Tabla N°35: Alabeo ladrillo King Kong (El Diamante)										
CODIGO	CONCAVIDAD					CONVEXIDAD				
	Cara Superior		Cara Inferior		Promedio	Cara Superior		Cara Inferior		Promedio
	(mm)		(mm)			(mm)		(mm)		
LD-01	3	1	1	1	1.5	0	0	0	0	0.0
LD-02	5	3	2	4	3.5	0	0	0	0	0.0
LD-03	5	5	1	4	3.8	0	0	0	0	0.0
LD-04	2	7.5	7.5	10	6.8	0	0	0	0	0.0
LD-05	5	7.5	0	0	3.1	0	0	0	0	0.0
LD-06	5	5	0	0	2.5	0	0	0	0	0.0
LD-07	1	1	0	1	0.8	0	0	0	0	0.0
LD-08	3	6	5	6	5.0	0	0	0	0	0.0
LD-09	0	7.5	2	5	3.6	0	0	0	0	0.0
LD-10	5	7.5	7.5	5	6.3	0	0	0	0	0.0
PROMEDIO:					3.7	0.0				

Determinación del Alabeo:					
Secuencia	Elemento	Cara Superior Cóncavo (mm)	Cara Superior Convexo (mm)	Cara Inferior Cóncavo (mm)	Cara Inferior Convexo (mm)
1	LD-01	3.0	0.0	1.0	0.0
2	LD-02	5.0	0.0	4.0	0.0
3	LD-03	5.0	0.0	4.0	0.0
4	LD-04	8.0	0.0	10.0	0.0
5	LD-05	8.0	0.0	0.0	0.0
Promedio		6.0	0.0	4.0	0.0

Fuente: Elaboración Propia.



Los resultados obtenidos en la vista web y comparados con la tesis original fueron muy parecidos (Porcentaje de Vacíos)

Gráfico 16: Comparación de resultados del ensayo de porcentaje de vacíos de unidades de albañilería.

Tabla N°47: Dimensiones de ladrillo King Kong (El Diamante)									
CODIGO	LARGO (cm)		PROMEDIO (cm)	ANCHO (cm)		PROMEDIO (cm)	ALTO (cm)		PROMEDIO (cm)
LD-01	23.8	23.90	23.85	14.30	14.20	14.25	9.99	9.85	9.92
LD-02	23.85	23.90	23.88	14.20	14.30	14.25	9.90	9.90	9.90
LD-03	23.83	23.75	23.79	14.25	14.10	14.18	9.90	9.92	9.91
LD-04	24.2	24.00	24.10	14.00	13.90	13.95	9.90	9.85	9.88
LD-05	23.9	23.90	23.90	14.30	14.15	14.23	9.95	9.90	9.93

Tabla N°48: Área de huecos de ladrillo King Kong (El Diamante)				
CODIGO	VOLUMEN BRUTO (cm3)	VOLUMEN ARENA (L)	VOLUMEN ARENA (cm3)	% DE HUECOS
LD-01	3371436.00	1.360	1360	40.34
LD-02	3368165.63	1.365	1365	40.53
LD-03	3341882.41	1.367	1367	40.91
LD-04	3278598.75	1.370	1370	41.27
LD-05	3374276.69	1.358	1358	40.25
PROMEDIO (%)				40.76

Tabla N°58: Densidad de ladrillo King Kong (El Diamante)				
CODIGO	PESO SECO (gr)	PESO SUMERGIDO (gr)	PESO SATURADO (gr)	DENSIDAD (gr/cm3)
LD-01	3339.90	2006	3740	1.90
LD-02	3368.00	1829	3738	1.67
LD-03	3345.20	1925	3785	1.72
LD-04	3357.40	1962	3801	1.77
LD-05	3367.60	1975	3812	1.78
PROM (gr/cm3) :				1.77

Determinación del % de Vacíos y la Densidad:

Secuencia	Elemento	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Volumen Vm (cm³)	Sc (g)	Su (g)	Volumen de la Arena Vs (cm³)	Volumen Real (cm³)	Porcentaje de Vacíos (%)	Peso de la Unidad (g)	Densidad (g/cm³)
1	LD-01	238.5	142.5	99.2	3371.4	1.27	1727.2	1360.0	2011.4	40.0	3339.9	1.66
2	LD-02	238.8	142.5	99.0	3368.9	1.27	1733.6	1365.0	2003.9	41.0	3368.0	1.68
3	LD-03	237.9	141.8	99.1	3343.1	1.27	1736.1	1367.0	1976.1	41.0	3345.2	1.69
4	LD-04	241.0	139.5	98.8	3321.6	1.27	1739.9	1370.0	1951.6	41.0	3357.4	1.72
5	LD-05	239.0	145.0	99.3	3441.2	1.27	1724.7	1358.0	2083.2	39.0	3367.6	1.62
Promedio										40.0		1.67

Fuente: Elaboración Propia.



Los resultados obtenidos en la vista web y comparados con la tesis original fueron muy parecidos (Succión).

Gráfico 17: Comparación de resultados del ensayo de succión de unidades de albañilería.

Tabla N°52: Succión de ladrillo King Kong (El Diamante)

CODIGO	LARGO	ANCHO	PESO SECO	PESO SATURADO	SUCCION
	(cm)	(cm)	(gr)	(gr)	(gr/(200 cm <sup>2</sup> xmin))
LD-01	2376	14.01	3205.0	3290.0	50.92
LD-02	23.83	14.11	3280.0	3370.0	53.39
LD-03	23.84	14.16	3280.0	3370.0	52.99
LD-04	23.75	14.05	3310.0	3390.0	47.78
LD-05	23.73	14.15	3270.0	3365.0	57.10
PROM (gr/(200 cm <sup>2</sup> xmin)):					52.48

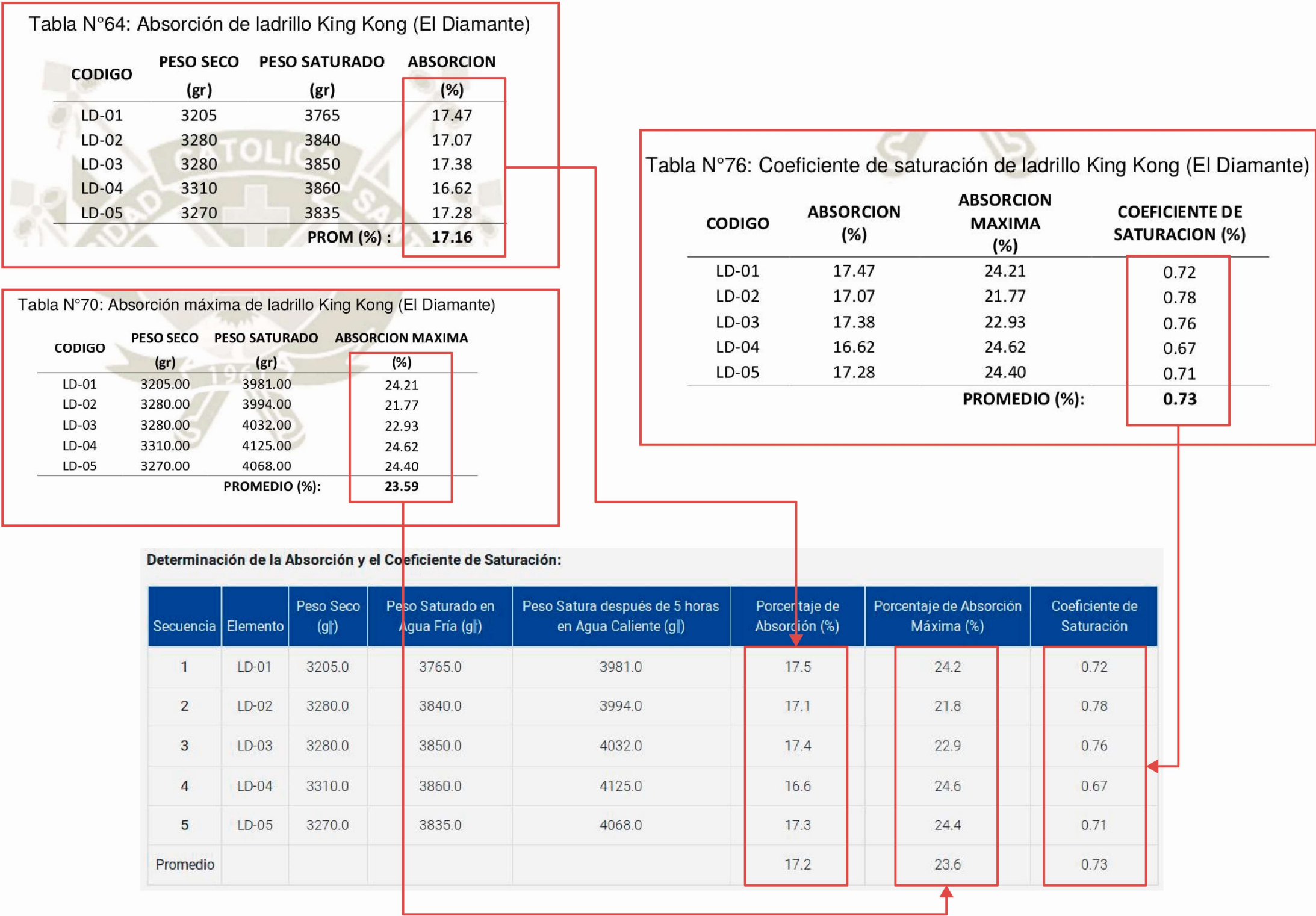
Determinación de la Succión

Secuencia	Elemento	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Diferencia de Peso (g)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área de Contacto (cm <sup>2</sup> )	Peso Mojado (g)	Succión (gr/(200 cm <sup>2</sup> *min))
1	LD-01	3339.9	3205.0	134.9	237.6	140.1	332.9	3290.0	51.1
2	LD-02	3368.0	3280.0	88.0	238.3	141.1	336.2	3370.0	53.5
3	LD-03	3345.2	3280.0	65.2	238.4	141.6	337.6	3370.0	53.3
4	LD-04	3357.4	3310.0	47.4	237.5	140.5	333.7	3390.0	47.9
5	LD-05	3367.6	3270.0	97.6	237.3	141.5	335.8	3365.0	56.6
Promedio									52.5

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados obtenidos en la vista web y comparados con la tesis original fueron muy parecidos (Absorción, Absorción Máxima y Coeficiente de Saturación).

Gráfico 18: Comparación de resultados del ensayo de absorción, absorción máxima y coeficiente de saturación de unidades de albañilería.



Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados obtenidos en la vista web y comparados con la tesis original fueron muy parecidos (Compresión)

Gráfico 19: Comparación de resultados del ensayo de compresión de unidades de albañilería.

CODIGO	ANCHO (cm)		PROMEDIO ANCHO (cm)		LARGO (cm)		PROMEDIO LARGO (cm)		AREA BRUTA (cm2)	CARGA (kg)	f' b kg/cm2	f' b MPa
LD-11	14.00	14.20	14.10	11.90	11.95	11.93	168.14	22934.00			136.40	13.37
LD-12	14.20	14.00	14.10	11.95	12.00	11.98	168.85	22771.00			134.86	13.22
LD-13	14.30	14.20	14.25	11.90	11.95	11.93	169.93	22697.00			133.57	13.09
LD-14	14.30	14.30	14.30	11.95	11.95	11.95	170.89	22529.00			131.84	12.93
LD-15	14.30	14.20	14.25	11.95	11.95	11.95	170.29	21874.00			128.45	12.59
Valor promedio											133.0	13.0
Desviación Estándar											3.1	0.3
Resistencia Característica											130.0	12.7

Determinación de la Compresión:

Secuencia	Elemento	Largo Superior (mm)	Ancho Superior (mm)	Largo Inferior (mm)	Ancho Inferior (mm)	Área Superior (cm <sup>2</sup> )	Área Inferior (cm <sup>2</sup> )	Promedio de Áreas (cm <sup>2</sup> )	Carga (kgf)	Resistencia a la Compresión (MPa (kgf/cm <sup>2</sup> ))
1	LD-11	119.0	140.0	119.5	142.0	166.6	169.7	168.1	22934.0	13.4 (136.43)
2	LD-12	119.5	142.0	120.0	140.0	169.7	168.0	168.8	22771.0	13.2 (134.9)
3	LD-13	119.0	143.0	119.5	142.0	170.2	169.7	169.9	22697.0	13.1 (133.59)
4	LD-14	119.5	143.0	119.5	143.0	170.9	170.9	170.9	22529.0	12.9 (131.83)
5	LD-15	119.5	143.0	119.5	142.0	170.9	169.7	170.3	21874.0	12.6 (128.44)
Promedio										13.0 (133.04)
SD										0.3 (2.75)

Fuente: Elaboración Propia.



Los mismos resultados son mostrados en la vista web como certificados en PDF.

Ilustración 29: Certificado tipo del ensayo de propiedades de unidades de albañilería (vista PDF).

<b>DETERMINAR LAS PROPIEDADES EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CALCINADA PARA LA CONSTRUCCIÓN</b>	<b>NTP 339.613</b> <b>NTP 339.613</b> <b>NTP 331.017</b> <b>NTP 339.613</b> <b>NTP 331.018</b>
---	--

Datos Principales
<b>Nombres:</b> Nombre Bachiller01 Apellido Bachiller01
<b>DNI:</b> 123589
<b>Código:</b> 988575
<b>Curso Específico:</b> Materiales De Construcción
<b>Título:</b> Tesis Bach01
<b>Línea de Desarrollo:</b> Tecnologías_Modernas
<b>Comienzo de la Tesis:</b> 04/03/2020
<b>Termino de la Tesis:</b> 15/03/2020
<b>Duración:</b> 11 días
<b>Asesores:</b> → Prof.
→ Prof.
<b>Muestreo:</b> 25/06/2020 10:16 a.m.
<b>Emisión de Certificado:</b> 02/10/2020 9:20 p.m.
<b>Tipo de Ladrillo según la Variación Dimensional:</b>
<b>Según la Altura:</b> Ladrillo Tipo V
<b>Según el Ancho:</b> Ladrillo Tipo V
<b>Según el Largo:</b> Ladrillo Tipo V
<b>Tipo de Ladrillo según el Alabeo:</b> Ladrillo Tipo III
<b>Tipo de Ladrillo según la Densidad:</b> Ladrillo Tipo V
<b>Tipo de Ladrillo según la Absorción:</b> Ladrillo Tipo V
<b>Tipo de Ladrillo según el Coeficiente de Absorción:</b> Ladrillo Tipo V
<b>Resistencia Característica:</b> 12.7 MPa - 130.29 kgf/cm²
<b>Tipo de Ladrillo según el Compresión:</b> Ladrillo Tipo IV

Datos del Ensayo
<b>ID:</b> 4
<b>Código QR:</b>

<b>Ladrillera:</b> El Diamante
<b>Largo Nominal:</b> 240.0 mm
<b>Ancho Nominal:</b> 140.0 mm
<b>Alto Nominal:</b> 100.0 mm

Resultados del Ensayo: Variación de Dimensiones:

Secuencia	Largo Superior (mm)	Largo Inferior (mm)	Promedio Largo (mm)	Ancho Superior (mm)	Ancho Inferior (mm)	Promedio Ancho (mm)	Alto Posterior (mm)	Alto Derecho (mm)	Alto Frente (mm)	Alto Izquierdo (mm)	Promedio Alto (mm)
1	238.0	237.0	237.5	140.0	140.0	140.0	99.0	98.0	98.0	100.0	98.8
2	239.0	238.0	238.5	140.0	142.0	141.0	100.0	99.0	99.0	99.0	99.2
3	238.0	238.0	238.0	140.0	143.0	141.5	99.0	99.0	99.0	100.0	99.2
4	237.0	237.0	237.0	140.0	141.0	140.5	99.0	99.0	99.0	100.0	99.2
5	237.0	237.0	237.0	143.0	140.0	141.5	98.0	98.0	99.0	100.0	98.8
VD (%)			1.0			1.0					1.0

Resultados del Ensayo: Alabeo:

Secuencia	Cara Superior Cóncavo (mm)	Cara Superior Convexo (mm)	Cara Inferior Cóncavo (mm)	Cara Inferior Convexo (mm)
1	3.0	0.0	1.0	0.0
2	5.0	0.0	4.0	0.0
3	5.0	0.0	4.0	0.0
4	8.0	0.0	10.0	0.0

Secuencia	Cara Superior Cóncavo (mm)	Cara Superior Convexo (mm)	Cara Inferior Cóncavo (mm)	Cara Inferior Convexo (mm)
5	8.0	0.0	0.0	0.0
Promedio	6.0	0.0	4.0	0.0

Resultados del Ensayo: Porcentaje de Vacíos y Densidad:

#	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Volumen Vm (cm³)	Sc (g·l)	Su (g·l)	Volumen de la Arena Vs (cm³)	Volumen Real (cm³)	Porcentaje de Vacíos (%)	Peso de la Unidad (g·l)	Densidad (g/cm³)
1	238.5	142.5	99.2	3371.4	1.27	1727.2	1360.0	2011.4	40.0	3339.9	1.66
2	238.8	142.5	99.0	3368.9	1.27	1733.6	1365.0	2003.9	41.0	3368.0	1.68
3	237.9	141.8	99.1	3343.1	1.27	1736.1	1367.0	1976.1	41.0	3345.2	1.69
4	241.0	139.5	98.8	3321.6	1.27	1739.9	1370.0	1951.6	41.0	3357.4	1.72
5	239.0	145.0	99.3	3441.2	1.27	1724.7	1358.0	2083.2	39.0	3367.6	1.62
Prom.									40.0		1.67

Resultados del Ensayo: Succión:

Secuencia	Peso Inicial (g·l)	Peso Final (g·l)	Diferencia de Peso (g·l)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área de Contacto (cm²)	Peso Mojado (g·l)	Succión (g·l/(200 cm²·min))
1	3339.9	3205.0	134.9	237.6	140.1	332.9	3290.0	51.1
2	3368.0	3280.0	88.0	238.3	141.1	336.2	3370.0	53.5
3	3345.2	3280.0	65.2	238.4	141.6	337.6	3370.0	53.3
4	3357.4	3310.0	47.4	237.5	140.5	333.7	3390.0	47.9
5	3367.6	3270.0	97.6	237.3	141.5	335.8	3365.0	56.6
Promedio								52.5

Resultados del Ensayo: Porcentaje de Absorción y Coeficiente de Saturación:

Secuencia	Peso Seco (g·l)	Peso Saturado en Agua Fría (g·l)	Peso Satura después de 5 horas en Agua Caliente (g·l)	Porcentaje de Absorción (%)	Porcentaje de Absorción Máxima (%)	Coe ficiente de Saturación
1	3205.0	3765.0	3981.0	17.5	24.2	0.72
2	3280.0	3840.0	3994.0	17.1	21.8	0.78
3	3280.0	3850.0	4032.0	17.4	22.9	0.76
4	3310.0	3860.0	4125.0	16.6	24.6	0.67
5	3270.0	3835.0	4068.0	17.3	24.4	0.71
Promedio				17.2	23.6	0.73

Resultados del Ensayo: Compresión de Unidades:

Secuencia	Largo Superior (mm)	Ancho Superior (mm)	Largo Inferior (mm)	Ancho Inferior (mm)	Área Superior (cm²)	Área Inferior (cm²)	Promedio de Áreas (cm²)	Carga (kgf)	Resistencia a la Compresión (MPa (kgf/cm²))
1	119.0	140.0	119.5	142.0	166.6	169.7	168.1	22934.0	13.4 (136.43)
2	119.5	142.0	120.0	140.0	169.7	168.0	168.8	22771.0	13.2 (134.9)
3	119.0	143.0	119.5	142.0	170.2	169.7	169.9	22697.0	13.1 (133.59)
4	119.5	143.0	119.5	143.0	170.9	170.9	170.9	22529.0	12.9 (131.83)
5	119.5	143.0	119.5	142.0	170.9	169.7	170.3	21874.0	12.6 (128.44)
Promedio									13.0 (133.04)
SD									0.3 (2.75)

Junto con los resultados en las tablas resumen el sistema calcula el tipo de ladrillo según la NTP 331.017 (2015) previamente indicada.

Ilustración 30: Resultado de tipos de ladrillos.

<b>Tipo de Ladrillo según la Variación Dimensional:</b>	
<b>Según la Altura:</b>	Ladrillo Tipo V
<b>Según el Ancho:</b>	Ladrillo Tipo V
<b>Según el Largo:</b>	Ladrillo Tipo V
<b>Tipo de Ladrillo según el Alabeo:</b>	Ladrillo Tipo III
<b>Tipo de Ladrillo según la Densidad:</b>	Ladrillo Tipo V
<b>Tipo de Ladrillo según la Absorción:</b>	Ladrillo Tipo V
<b>Tipo de Ladrillo según el Coeficiente de Absorción:</b>	Ladrillo Tipo V
<b>Resistencia Característica:</b>	12.7 MPa - 130.29 kgf/cm²
<b>Tipo de Ladrillo según el Compresión:</b>	Ladrillo Tipo IV

Fuente: Elaboración Propia

5. Resultados para la determinación de la resistencia en compresión de pilas de albañilería

La tesis que se tomó como referencia fue: “INFLUENCIA DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN AL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (F’M) DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA FABRICADOS CON LADRILLOS ARTESANALES E INDUSTRIALES DE ARCILLA EN LA CIUDAD DE AREQUIPA” (2018), por la bachiller Ramírez Huamán, Mayra Ivonne.

Se determinaron la resistencia característica a la compresión de pilas prismáticas de unidades de albañilería, los resultados que se tomarán en cuenta son de ladrillo industrial King Kong el diamante.

Ilustración 31: Ensayos de compresión de pilas prismaticas de unidades de albañileria (Ensayo principal).

ENSAYOS DE COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

CSVExcelPDF

Show 10 entries

Search:

Usuario	Id	Item			Fecha		Tiempo de Espera (días)
		Elemento	Tipo de Unidad	Código	Muestreo	Ensayo	
bach01	2	King Kong (EL Diamante)	LADRILLO_UNIDAD_HUECA	CDA2020626121656	11/06/2020	26/06/2020	15

Showing 1 to 1 of 1 entries

Previous

1

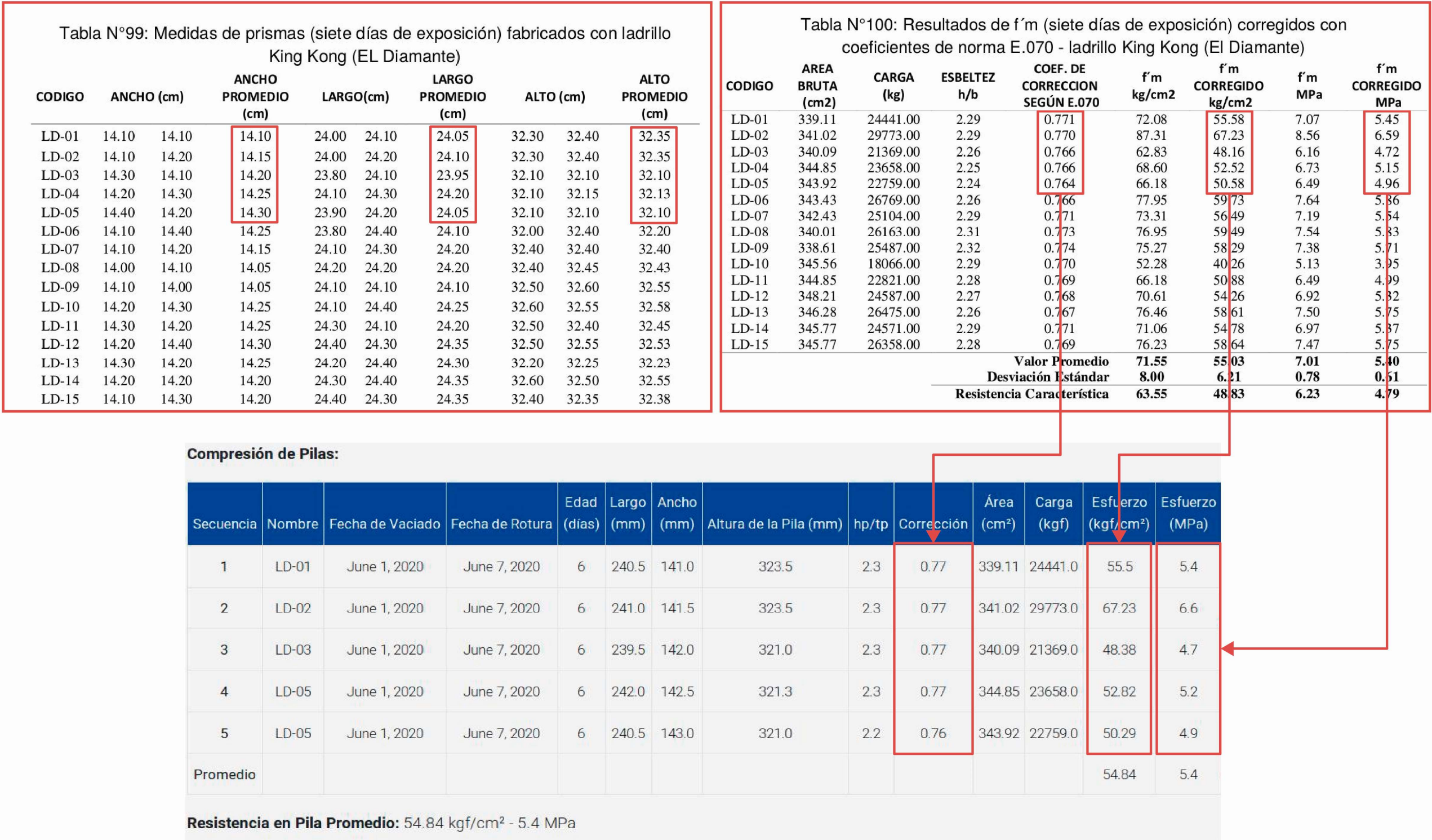
Next

Fuente: Elaboración Propia.



Los resultados obtenidos en la vista web y comparados con la tesis original fueron muy parecidos.

Gráfico 20: Comparación de resultados del ensayo de compresión de pilas prismáticas de unidades de albañilería.



Fuente: Elaboración Propia



Los mismos resultados son mostrados en la vista web como certificados en PDF.

*Ilustración 32: Certificado tipo del ensayo de compresión de pilas prismáticas de unidades de albañilería (vista PDF).*

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA**

NTP 339.605

**Datos Principales**

**Nombres:** Nombre Bachiller01 Apellido Bachiller01  
**DNI:** 123589  
**Código:** 988575  
**Curso Específico:** Materiales De Construcción  
**Título:** Tesis Bach01  
**Línea de Desarrollo:** Tecnologías Modernas  
**Comienzo de la Tesis:** 04/03/2020  
**Término de la Tesis:** 15/03/2020  
**Duración:** 11 días  
**Asesores:**  
 → Prof.  
 → Prof.  
**Muestreo:** 26/06/2020 12:16 p.m.  
**Emisión de Certificado:** 02/10/2020 9:24 p.m.  
**Resistencia en Pila Promedio:** 54.84 kgf/cm<sup>2</sup> - 5.4 MPa

**Datos del Ensayo**

ID: 2

Código QR:



**Nombre del Elemento:**  
King Kong (EL Diamante)

**Tipo de Ladrillo:**  
LADRILLO\_UNIDAD\_HUECA

**Resultados del Ensayo:** Compresión Paralela a la fibra:

#	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura de la Pila (mm)	hp/tp	Corrección	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kgf)	Esfuerzo (kgf/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (MPa)
1	June 1, 2020	June 7, 2020	6	240.5	141.0	323.5	2.3	0.77	339.11	24441.0	55.5	5.4
2	June 1, 2020	June 7, 2020	6	241.0	141.5	323.5	2.3	0.77	341.02	29773.0	67.23	6.6
3	June 1, 2020	June 7, 2020	6	239.5	142.0	321.0	2.3	0.77	340.09	21369.0	48.38	4.7
4	June 1, 2020	June 7, 2020	6	242.0	142.5	321.3	2.3	0.77	344.85	23658.0	52.82	5.2
5	June 1, 2020	June 7, 2020	6	240.5	143.0	321.0	2.2	0.76	343.92	22759.0	50.29	4.9
Prom.											54.84	5.4

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

## 6. Resultados del ensayo de Compresión Axial Paralela o Perpendicular en Madera

El documento técnico que se tomó de referencia “COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA DE COMPRESIÓN EN MADERAS NATIVAS COMPARISON OF THE COMPRESSION RESISTANCE IN NATIVE WOODS” (2018), estudio en madera por Yorlenis Sánchez<sup>1</sup>, Álvaro Gallardo<sup>1</sup>, Rodney Delgado de la Universidad Tecnológica de Panamá.

En esta investigación se presenta un estudio sobre el comportamiento de seis especies diferentes de árboles maderables existentes en Panamá a ser sometidos al esfuerzo de compresión paralela a las fibras, con el objetivo de determinar cuál es la especie con mayor resistencia. Para la comprobación de los datos tenemos maderas de 2"x2"x2" y comprobaremos madera Roble y Amarillo.

*Ilustración 33: Ensayos de compresión axial paralela o perpendicular ala fibra (Ensayo principal).*

ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE PERPENDICULAR O PARALELA EN MADERA								
<div> <div>CSV</div> <div>Excel</div> <div>PDF</div> <div>Show 10 entries</div> <div>Search: <input type="text"/></div> </div>								
Usuario	Id	Item	Nombre de la Madera	Código	Fecha		Tiempo de Espera (días)	Acciones
		Elemento			Muestreo	Ensayo		
bach01	3	En estado seco 2"x2"x2"	Amarillo	CDM202071221918	01/06/2020	01/07/2020	30	   
bach01	2	En estado seco 2"x2"x2"	Roble	CDM20207122050	01/06/2020	01/07/2020	30	   

Showing 1 to 2 of 2 entries

Previous 1 Next

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados obtenidos en la vista web y comparados con el documento original fueron muy parecidos.

Gráfico 21: Comparación de resultados del ensayo de compresión simple axial en madera.

Tabla 2. Porcentajes de humedad de las muestras en estado seco 2"x2"x2"

Tabla 5. Carga máxima de la maquina				
23.1°C	Carga máxima de la maquina (kN)			Promedio
Especies	1	2	3	
Roble	120,00	111,30	94,70	108,67
Cedro	104,90	93,80	100,20	99,63
Laurel	57,20	95,70	59,10	70,67
Velario	83,20	83,30	83,00	83,17
Corotú	75,80	76,30	79,00	77,03
Amarillo	72,80	57,00	74,00	67,93

Nombre del Elemento: En estado seco 2"x2"x2"

Nombre de la Madera: Roble

Resultados del Ensayo

Compresión Paralela a la fibra:

Secuencia	Tipo de Compresión	Superior Largo (mm)	Superior Ancho (mm)	Área Superior (cm²)	Inferior Largo (mm)	Inferior Ancho (mm)	Área Inferior (cm²)	Prom. Áreas (cm²)	Carga (kgf)	Resistencia a la Compresión (MPa (kgf/cm²))
1	PARALELO	51.0	51.0	26.01	51.0	51.0	26.01	26.01	12237.0	46.2 (470.47)
2	PARALELO	51.0	51.0	26.01	51.0	51.0	26.01	26.01	12236.0	46.1 (470.43)
3	PARALELO	51.0	51.0	26.01	51.0	51.0	26.01	26.01	12236.0	46.1 (470.43)
Promedio										46.1 (470.44)

Grupo según Esfuerzos Admisibles (Paralela): Grupo A

Nombre del Elemento: En estado seco 2"x2"x2"

Nombre de la Madera: Amarillo

Resultados del Ensayo

Compresión Paralela a la fibra:

Secuencia	Tipo de Compresión	Superior Largo (mm)	Superior Ancho (mm)	Área Superior (cm²)	Inferior Largo (mm)	Inferior Ancho (mm)	Área Inferior (cm²)	Prom. Áreas (cm²)	Carga (kgf)	Resistencia a la Compresión (MPa (kgf/cm²))
1	PARALELO	51.0	51.0	26.01	51.0	51.0	26.01	26.01	7546.0	28.5 (290.12)
2	PARALELO	51.0	51.0	26.01	51.0	51.0	26.01	26.01	5812.0	21.9 (223.45)
3	PARALELO	51.0	51.0	26.01	51.0	51.0	26.01	26.01	7424.0	28.0 (285.43)
Promedio										26.1 (266.33)

Grupo según Esfuerzos Admisibles (Paralela): Grupo A

Fuente: Elaboración Propia




Los mismos resultados son mostrados en la vista web como certificados en PDF.

*Ilustración 34: Certificado tipo del ensayo de compresión simple en madera (vista PDF).*

<b>DETERMINAR LA COMPRESIÓN SIMPLE, PERPENDICULAR O PARALELA EN MADERA</b>				NTP 251.014 NTP E-010	
--	--	--	--	--------------------------	--

<p><b>Datos Principales</b></p> <hr/> <p><b>Nombres:</b> Nombre Bachiller01 Apellido Bachiller01  <b>DNI:</b> 123589  <b>Código:</b> 988575  <b>Curso Específico:</b> Materiales De Construcción  <b>Título:</b> Tesis Bach01  <b>Línea de Desarrollo:</b> Tecnologías Modernas  <b>Comienzo de la Tesis:</b> 04/03/2020  <b>Término de la Tesis:</b> 15/03/2020  <b>Duración:</b> 11 días  <b>Asesores:</b>          → Prof.          → Prof.  <b>Muestreo:</b> 01/07/2020 10:19 p.m.  <b>Emisión de Certificado:</b> 02/10/2020 9:23 p.m.  <b>Grupo según Esfuerzos Admisibles (Paralela):</b> Grupo A</p>	<p><b>Datos del Ensayo</b></p> <hr/> <p><b>ID:</b> 3  <b>Código QR:</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p><b>Nombre del Elemento:</b> En estado seco 2"x2"x2"  <b>Nombre de la Madera:</b> Amarillo</p>
--	---

**Resultados del Ensayo:** Compresión Paralela a la fibra:

#	Tipo de Compresión	Superior Largo (mm)	Superior Ancho (mm)	Área Superior (cm²)	Inferior Largo (mm)	Inferior Ancho (mm)	Área Inferior (cm²)	Prom. Áreas (cm²)	Carga (kgf)	Resistencia a la Compresión (MPa (kgf/cm²))
1	PARALELO	51.0	51.0	26.01	51.0	51.0	26.01	26.01	7546.0	28.5 (290.12)
2	PARALELO	51.0	51.0	26.01	51.0	51.0	26.01	26.01	5812.0	21.9 (223.45)
3	PARALELO	51.0	51.0	26.01	51.0	51.0	26.01	26.01	7424.0	28.0 (285.43)
<b>Prom.</b>										26.1 (266.33)

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL
--	--

## 7. Resultados para el ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino

El documento técnico que se tomó de referencia es del “LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS, CONCRETO Y MEZCLAS ASFÁLTICAS” método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino de la empresa GRUPO RPG S.A.C. del ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - Ruth Elizabeth Casa Romero (2019).

El ensayo se realiza esperando aproximadamente 10 min para la saturación y 20 min para la decantación, luego tomando las medidas de altura máxima de la arena y altura máxima del material fino.

*Ilustración 35: Ensayos del valor equivalente de la arena (Ensayo principal).*

ENSAYOS DE LA DETERMINACIÓN DEL EQUIVALENTE DE ARENA								
<div> <div>CSV</div> <div>Excel</div> <div>PDF</div> <div>Show 10 entries</div> <div>Search:</div> </div>								
Usuario	Id	Item			Fecha		Tiempo de Espera (días)	Acciones
		Calicata	Estrato	Código	Muestreo	Ensayo		
bach01	2	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - RUTH ELIZABETH CAS	TRES	VEAF202071211552	03/06/2020	01/07/2020	28	<div>+</div> <div></div> <div></div> <div></div>
<div>Showing 1 to 1 of 1 entries</div> <div> <div>Previous</div> <div>1</div> <div>Next</div> </div>								

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados obtenidos en la vista web y comparados con el documento original fueron muy parecidos.

Gráfico 22: Comparación de resultados del ensayo del valor equivalente de la arena.

I.- DETERMINACIÓN DEL EQUIVALENTE DE ARENA					
PARÁMETRO			LECTURA 1	LECTURA 2	LECTURA 3
1.- Tamaño Máximo (Pasante del tamiz # 4)	0.01mm		4.75	4.75	4.75
2.- Hora de Entrada a Saturación	hh:mm		10:20	10:20	10:20
3.- Hora de Salida de Saturación	hh:mm		10:30	10:30	10:30
4.- Hora de Entrada a Decantación.	hh:mm		10:32	10:32	10:32
5.- Hora de Salida de decantación	hh:mm		10:52	10:52	10:52
6.- Altura Máxima del Material Fino	0.1mm		185.4	185.4	185.4
7.- Altura Máxima de la Arena	0.1mm		77.5	77.5	77.5
8.- Equivalente Arena (7/6*100)	1%		42	42	42
9.- Promedio Equivalente Arena.	1%		42		

Calicata: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - RUTH ELIZABETH CAS

Estrato: TRES

#### Resultados del Ensayo

Lecturas:

Secuencia	Tamaño Máximo (mm)	Entrada a Saturación (hh:mm)	Salida de Saturación (hh:mm)	Entrada a Decantación (hh:mm)	Salida de Decantación (hh:mm)	Altura Máxima del Material Fino (mm)	Altura Máxima de la Arena (mm)	Equivalente Arena (%)
Lectura 1	4.75	10:20 a.m.	10:30 a.m.	10:32 a.m.	10:52 a.m.	185.4	77.5	42.0
Lectura 2	4.75	10:20 a.m.	10:30 a.m.	10:32 a.m.	10:52 a.m.	185.4	77.5	42.0
Lectura 3	4.75	10:20 a.m.	10:30 a.m.	10:32 a.m.	10:52 a.m.	185.4	77.5	42.0
Promedio								42

Fuente: Elaboración Propia



Los mismos resultados son mostrados en la vista web como certificados en PDF.

*Ilustración 36: Certificado tipo del ensayo de valor equivalente de la arena (vista PDF).*

**METODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE  
DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADO FINO - MTC E114**

NTP 339.146

**Datos Principales**

**Nombres:** Nombre Bachiller01 Apellido Bachiller01  
**DNI:** 123589  
**Código:** 988575  
**Curso Específico:** Suelos  
**Título:** Tesis Bach01  
**Línea de Desarrollo:** Tecnologías Modernas  
**Comienzo de la Tesis:** 04/03/2020  
**Término de la Tesis:** 15/03/2020  
**Duración:** 11 días  
**Asesores:**  
 → Prof.  
 → Prof.  
**Muestreo:** 01/07/2020 9:15 p.m.  
**Emisión de Certificado:** 02/10/2020 9:25 p.m.  
**Promedio de Equivalente de Arenas:** 42%

**Datos del Ensayo**

**ID:** 2  
**Código QR:**



**Calicata:** ESTUDIO DE  
MECÁNICA DE SUELOS -  
RUTH ELIZABETH CAS  
**Estrato:** TRES

**Resultados del Ensayo:**

Secuencia	Tamaño Máximo (mm)	Entrada a Saturación (hh:mm)	Salida de Saturación (hh:mm)	Entrada a Decantación (hh:mm)	Salida de Decantación (hh:mm)	Altura Máxima del Material Fino (mm)	Altura Máxima de la Arena (mm)	Equivalente Arena (%)
<b>Lectura 1</b>	4.75	10:20 a.m.	10:30 a.m.	10:32 a.m.	10:52 a.m.	185.4	77.5	42.0
<b>Lectura 2</b>	4.75	10:20 a.m.	10:30 a.m.	10:32 a.m.	10:52 a.m.	185.4	77.5	42.0
<b>Lectura 3</b>	4.75	10:20 a.m.	10:30 a.m.	10:32 a.m.	10:52 a.m.	185.4	77.5	42.0
<b>Promedio</b>								42

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

## 8. Determinación de material más fino que el tamiz 75 $\mu$ m (N° 200) en suelos

La tesis que se tomó como referencia fue: “DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE, PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, UTILIZANDO PIEDRA HUSO 67 Y ARENA GRUESA DE LA CANTERA LA PODEROSA, PARA LA CIUDAD DE AREQUIPA” (2017), por el bachiller Jorge Luis Chaiña Quispe y Yonny Alexander Villanueva Escobedo.

El ensayo analiza arena gruesa de la poderosa en el segundo estrato.



*Ilustración 37: Ensayos de determinación del material más fino que pasa la malla N° 200 (Ensayo principal).*

ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DEL MATERIAL MÁS FINO QUE PASA LA MALLA N°200								
<div> <div>CSV</div> <div>Excel</div> <div>PDF</div> <div>Show 10 entries</div> <div>Search:</div> </div>								
Usuario	Id	Item			Fecha		Tiempo de Espera (días)	Acciones
		Calicata	Estrato	Código	Muestreo	Ensayo		
bach01	2	LA PODEROSA	DOS	MMF202071205829	10/06/2020	01/07/2020	21	<div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>
Showing 1 to 1 of 1 entries					<div>Previous</div> <div>1</div> <div>Next</div>			

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados obtenidos en la vista web y comparados con el documento original fueron muy parecidos.

Gráfico 23: Comparación de resultados del ensayo del material más fino que pasa la malla N° 200.

 		<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b> TESIS: "DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE, PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, UTILIZANDO PIEDRA HUSO 67 Y ARENA GRUESA DE LA CANTERA LA PODEROSA, PARA LA CIUDAD DE AREQUIPA"	
<b>ENSAYO: MATERIAL MÁS FINO QUE PASA LA MALLA N° 200</b> <b>NORMA: ASTM C - 117 - NTP 400.018</b>			
<b>CANTERA:</b>	LA PODEROSA		
<b>MATERIAL:</b>	ARENA GRUESA		
Peso Inicial seco de la muestra (g)	P <sub>Is</sub>	500.0	
Peso Final lava seca al horno (g)	P <sub>Fs</sub>	473.5	
Material mas fino que pasa la malla N° 200 (%)		5.30	
FORMULA: $\% \text{ pasa } N^{\circ} 200 = \frac{P_{Is} - P_{Fs}}{P_{Is}} \times 100$			

**Calicata:** LA PODEROSA

**Estrato:** DOS

#### Resultados del Ensayo

**Peso del suelo seco al horno después del lavado:**  
473.5 gramos

**Peso del suelo seco pasante tamiz Nro. 200:** 26.5 gramos


**% de material fino que pasa el tamiz Nro. 200 por lavado:** 5.3%

Fuente: Elaboración Propia



Los mismos resultados son mostrados en la vista web como certificados en PDF.

*Ilustración 38: Certificado tipo del ensayo del material más fino que pasa la malla N° 200 (vista PDF).*

DETERMINACIÓN DE MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ 75µm (Nro. 200) EN SUELOS MTC E137						NTP 400.018			
<b>Datos Principales</b> <b>Nombres:</b> Nombre Bachiller01 Apellido Bachiller01 <b>DNI:</b> 123589 <b>Código:</b> 988575 <b>Curso Específico:</b> Suelos <b>Título:</b> Tesis Bach01 <b>Línea de Desarrollo:</b> Tecnologías_Modernas <b>Comienzo de la Tesis:</b> 04/03/2020 <b>Término de la Tesis:</b> 15/03/2020 <b>Duración:</b> 11 días <b>Asesores:</b> → Prof. → Prof. <b>Muestreo:</b> 01/07/2020 8:58 p.m. <b>Emisión de Certificado:</b> 02/10/2020 9:27 p.m. <b>Peso del suelo seco al horno después del lavado:</b> 473.5% <b>Peso del suelo seco pasante tamiz Nro. 200:</b> 26.5% <b>% de material fino que pasa el tamiz Nro. 200 por lavado:</b> 5.3						<b>Datos del Ensayo</b> <b>ID:</b> 2 <b>Código QR:</b>  <b>Calicata:</b> LA PODEROSA <b>Estrato:</b> DOS			
<b>Resultados del Ensayo:</b>									
Id	Nº Recipiente	Peso del Recipiente (g)	Muestreo	Ejecución	Peso de muestra seca antes del lavado (g)	Peso de suelo seco al horno + recipiente (g)	Peso del suelo seco al horno después del lavado (g)	Peso del suelo seco pasante tamiz Nro. 200 (g)	% de material fino que pasa el tamiz Nro. 200 por lavado %
2	1	0.0	10/06/2020	01/07/2020	500.0	473.5	473.5	26.5	5.3
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA					UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA				
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL					LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL				

Laboratorio de Ingeniería Civil, Universidad Católica de Santa María, EPICLABS © 2019

Pag. 1 de 1

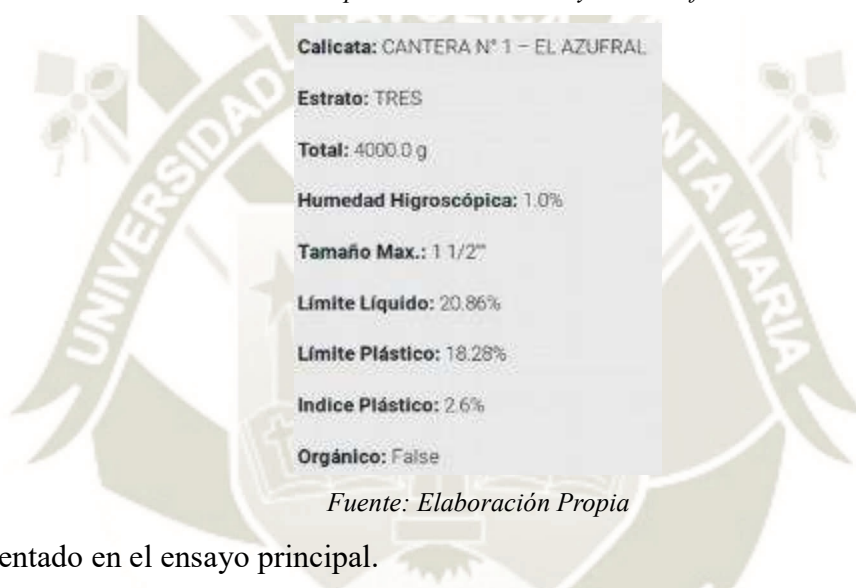
*Fuente: Elaboración Propia*

## 9. Clasificación de suelos para fines de ingeniería y construcción de carreteras (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).

La tesis que se tomó como referencia fue: “EVALUACIÓN Y ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE DENSIDAD MAXIMA POR MEDIO DE UNA MESA VIBRATORIA Y EL ENSAYO DE COMPACTACIÓN MECANICA” (2020), por el bachiller Purizaca Benavente, Juan José.

Para el ensayo tenemos los siguientes datos complementarios.

*Ilustración 39: Datos complementarios del ensayo de clasificación de suelos.*



<b>Calicata:</b> CANTERA N° 1 – EL AZUFRAL
<b>Estrato:</b> TRES
<b>Total:</b> 4000.0 g
<b>Humedad Higroscópica:</b> 1.0%
<b>Tamaño Max.:</b> 1 1/2"
<b>Límite Líquido:</b> 20.86%
<b>Límite Plástico:</b> 18.28%
<b>Índice Plástico:</b> 2.6%
<b>Orgánico:</b> False

*Fuente: Elaboración Propia*

Representado en el ensayo principal.

*Ilustración 40: Ensayos de clasificación de suelos para fines de ingeniería y construcción de carreteras (Ensayo principal).*

ENSAYOS DE GRANULOMETRÍA GLOBAL

CSV

Excel

PDF

Show 10 entries

Search:

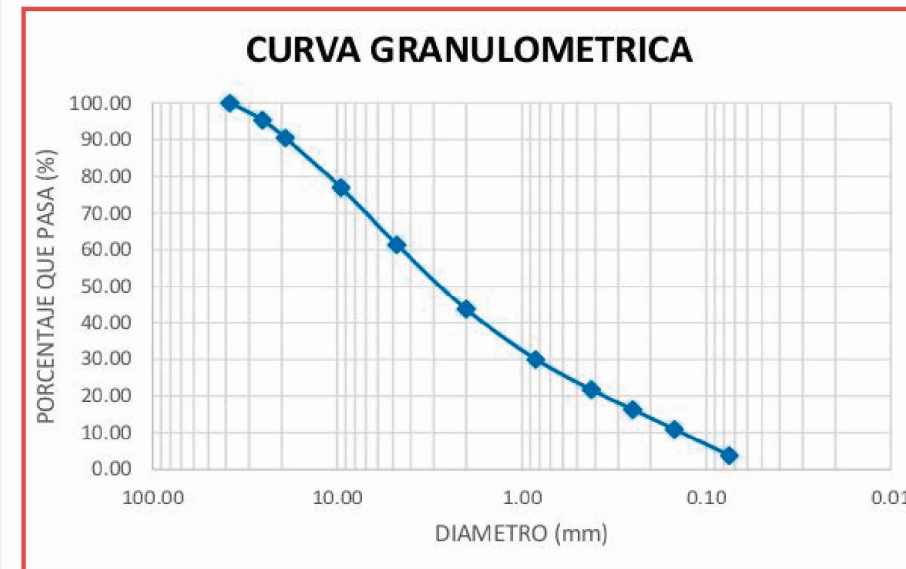
Usuario	Id	Calicata	Estrato	Código	Muestreo	Ensayo	Tiempo de Espera (días)	Humedad Higroscópica (%)	M Or
bach01	3	CANTERA N° 1 – EL AZUFRAL	TRES	GTG2020628222039	01/06/2020	28/06/2020	27	1.0	

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados obtenidos en la vista web y comparados con el documento original fueron muy parecidos, por otro lado nos clasifica el suelo según SUCS.

Gráfico 24: Comparación de resultados del ensayo clasificación de suelos para fines de ingeniería y construcción de carreteras.

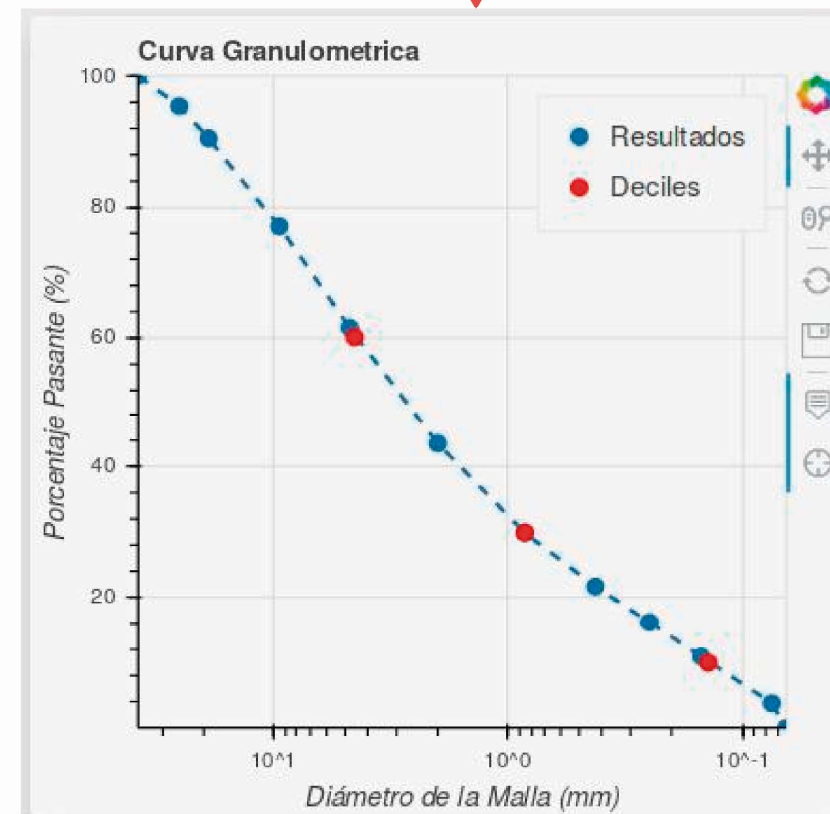
CANTERA N° 1 – EL AZUFRAL					
ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
TESIS:	Evaluación Y Análisis Comparativo Entre Los Ensayos De Densidad Máxima Por Medio De Una Mesa Vibratoria Y El Ensayo De Compactación Mecánica.				
FECHA:	28/01/2017				
N° TAMIZ	DIAMETRO	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	184.00	4.60	4.60	95.40
3/4"	19.10	196.00	4.90	9.50	90.50
3/8"	9.52	542.00	13.55	23.05	76.95
4	4.750	621.00	15.53	38.58	61.43
10	2.000	711.00	17.78	56.35	43.65
20	0.840	548.00	13.70	70.05	29.95
40	0.420	329.00	8.23	78.28	21.73
60	0.250	220.00	5.50	83.78	16.23
100	0.149	212.00	5.30	89.08	10.93
200	0.075	286.00	7.15	96.23	3.78
FONDO		151.00	3.78	100.00	0.00
TOTAL		4000.00			



D10 =	0.15
D30 =	0.85
D60 =	4.50
<b>Cu =</b>	<b>30.00</b>
<b>Cc =</b>	<b>1.07</b>

GRAVA	38.58%
ARENA	57.65%
FINO	3.78%
LIMITE LIQUIDO	21.00%
LIMITE PLASTICO	18.28%
INDICE DE PLASTICIDAD	2.72%
SIMBOLO	GW
NOMBRE DEL GRUPO	Grava bien graduada

Resultados del Ensayo				
Tamices	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Porcentaje Pasante (%)
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	184.0	4.6	4.6	95.4
3/4"	196.0	4.9	9.5	90.5
3/8"	542.0	13.55	23.05	76.95
# 4	621.0	15.53	38.58	61.42
# 10	711.0	17.77	56.35	43.65
# 20	548.0	13.7	70.05	29.95
# 40	329.0	8.22	78.27	21.73
# 60	220.0	5.5	83.77	16.23
# 100	212.0	5.3	89.07	10.93
# 200	286.0	7.15	96.22	3.78
Fondo	151.0	3.77	99.99	0.01



**D60:** 4.53mm  
**D30:** 0.85mm  
**D10:** 0.14mm  
**CU:** 32.36  
**CC:** 1.14  
**Gravas:** 38.57%  
**Finos:** 3.77%  
**Arenas:** 57.65%  
**Total:** 4000.0 g

**Peso Seco Mínimo según el Tamaño**  
**Máximo: Ok**

**Clasificación SUCS:** GW (Grava bien graduada con arena)

*Fuente: Elaboración Propia*



Los mismos resultados son mostrados en la vista web como certificados en PDF.

Ilustración 41: Certificado tipo del ensayo de clasificación de suelos para fines de ingeniería y construcción de carreteras (vista PDF).

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA FINES DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

NPT 339.134

Datos Principales

**Nombres:** Nombre Bachiller01 Apellido Bachiller01

**DNI:** 123589

**Código:** 988575

**Curso Especifico:** Suelos

**Título:** Tesis Bach01

**Linea de Desarrollo:** Tecnologías\_Modernas

**Comienzo de la Tesis:** 04/03/2020

**Termino de la Tesis:** 15/03/2020

**Duración:** 11 días

**Asesores:**

→ Prof.

→ Prof.

**Muestreo:** 28/06/2020 10:20 p.m.

**Emisión de Certificado:** 02/10/2020 10:01 p.m.

**D60:** 4.53mm

**D30:** 0.85mm

**D10:** 0.14mm

**CU:** 32.36

**CC:** 1.14

**Gravas:** 38.57%

**Finos:** 3.77%

**Arenas:** 57.65%


**Peso Seco Mínimo según el Tamaño Máximo:** Ok

**Clasificación SUCS:** GW (Grava bien graduada con arena)

Datos del Ensayo

**ID:** 3

**Código QR:**



**Calicata:** CANTERA N° 1 – EL AZUFRAL

**Estrato:** TRES

**Total:** 4000.0 g

**Humedad Higroscópica:** 1.0%

**Tamaño Max.:** 1 1/2"

**Límite Líquido:** 20.86%

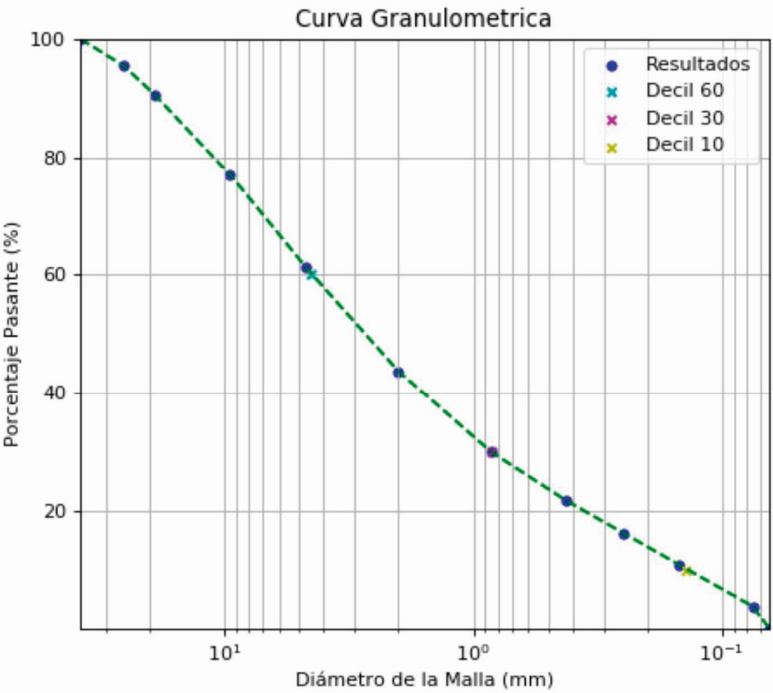
**Límite Plástico:** 18.28%

**Índice Plástico:** 2.6%

**Orgánico:** False

Resultados del Ensayo:

Tamices	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Porcentaje Pasante (%)
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	184.0	4.6	4.6	95.4
3/4"	196.0	4.9	9.5	90.5
3/8"	542.0	13.55	23.05	76.95
# 4	621.0	15.53	38.58	61.42
# 10	711.0	17.77	56.35	43.65
# 20	548.0	13.7	70.05	29.95
# 40	329.0	8.22	78.27	21.73
# 60	220.0	5.5	83.77	16.23
# 100	212.0	5.3	89.07	10.93
# 200	286.0	7.15	96.22	3.78
Fondo	151.0	3.77	99.99	0.01



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

# **10. Resultados del ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.**

La tesis que se tomó como referencia fue: “EVALUACIÓN Y ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE DENSIDAD MAXIMA POR MEDIO DE UNA MESA VIBRATORIA Y EL ENSAYO DE COMPACTACIÓN MECANICA” (2020), por el bachiller Purizaca Benavente, Juan José.

En esta investigación se presenta el ensayo de límite líquido y límite plástico de la cantera el azufre. El ensayo muestra el índice de plasticidad debido a que no en todos los ensayos el número de golpes es menor de 25 según la NTP 339.129.

*Ilustración 42: Ensayos para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos (Ensayo principal).*

ENSAYOS DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO								
<div> <div>CSV</div> <div>Excel</div> <div>PDF</div> <div>Show 10 entries</div> <div>Search:</div> </div>								
Usuario	Id	Item			Fecha		Tiempo de Espera (días)	Acciones
		Calicata	Estrato	Código	Extracción	Ensayo		
bach01	5	CANTERA N° 1 – EL AZUFRE	TRES	LLP202062821026	01/06/2020	28/06/2020	27	<div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div>
bach01	4	CALICATA N°1 – ACEQUIA ALTA	TRES	LLP202062819246	01/06/2020	28/06/2020	27	<div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div>

Showing 1 to 2 of 2 entries

Previous 1 Next

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados obtenidos en la vista web y comparados con el documento original fueron muy parecidos

Gráfico 25: Comparación de resultados del ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.

**CANTERA N° 1 – EL AZUFRAL**

**LIMITES DE CONSISTENCIA O LIMITES DE ATTERBERG**

**TESIS:** Evaluación Y Análisis Comparativo Entre Los Ensayos De Densidad Máxima Por Medio De Una Mesa Vibratoria Y El Ensayo De Compactación Mecánica.

**FECHA:** 28/01/2017

LIMITES DE CONSISTENCIA							
	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
MUESTRA	1	2	3	4	1	2	3
N° GOLPES	31	22	15	10	-	-	-
PESO DE TARA (gr)	28.20	27.80	27.80	27.80	28.20	27.80	28.20
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	38.30	40.80	40.00	42.30	29.50	29.20	29.40
PESO SUELO SECO + TARA (gr)	36.60	38.50	37.80	39.60	29.30	29.00	29.20
PESO SUELO SECO (gr)	8.40	10.70	10.00	11.80	1.10	1.20	1.00
PESO AGUA (gr)	1.70	2.30	2.20	2.70	0.20	0.20	0.20
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20.24	21.50	22.00	22.88	18.18%	16.67%	20.00%

Ensayos de Límite Líquido:

Secuencia	Recipiente	Nº de Golpes	Peso del Recipiente (gramos)	Peso Húmedo (gramos)	Peso Seco (gramos)	Peso Agua (gramos)	Peso Material (gramos)	Humedad %
1	1	31	28.2	38.3	36.6	1.7	8.4	20.2
2	2	22	27.8	40.8	38.5	2.3	10.7	21.5
3	3	15	27.8	40.0	37.8	2.2	10.0	22.0
4	4	10	27.8	42.3	39.6	2.7	11.8	22.9

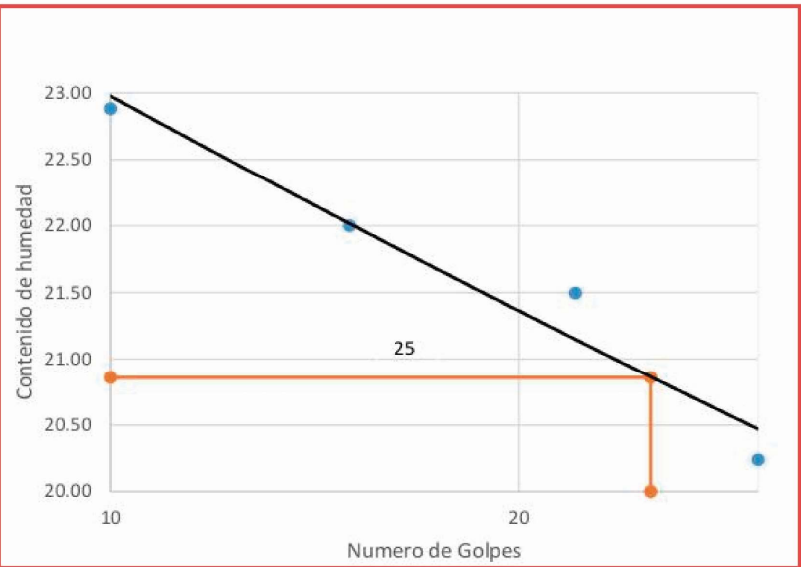
Ensayos de Límite Plástico:

Secuencia	Recipiente	Peso del Recipiente (gramos)	Peso Húmedo (gramos)	Peso Seco (gramos)	Peso Agua (gramos)	Peso Material (gramos)	Humedad %
1	1	28.2	29.5	29.3	0.2	1.1	18.2
2	2	27.8	29.2	29.0	0.2	1.2	16.7
3	3	28.2	29.4	29.2	0.2	1.0	20.0

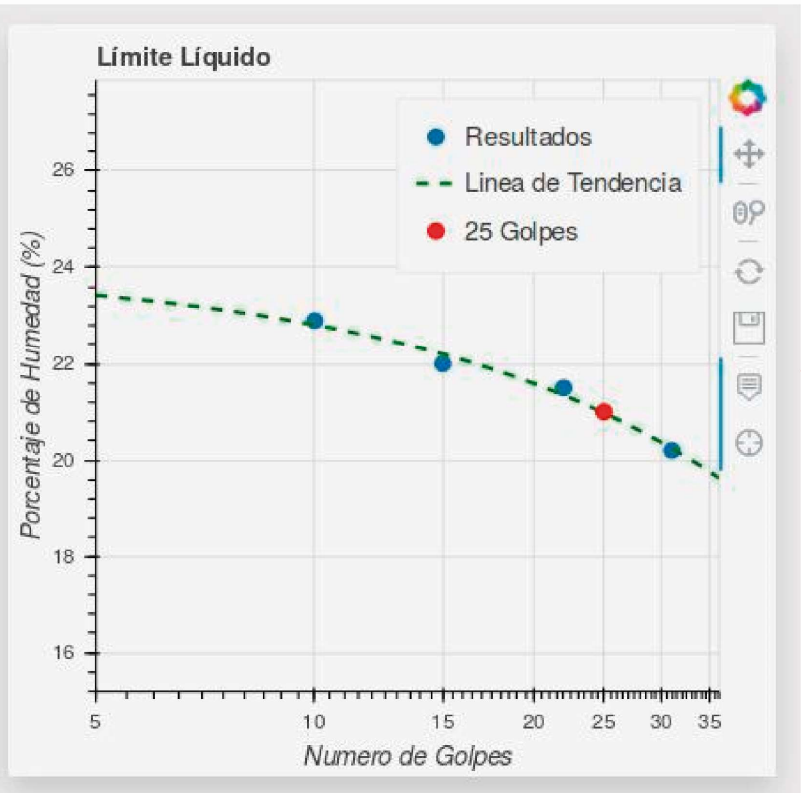
Límite Líquido a 25 Golpes: 21.0

Límite Plástico Promedio: 18.0

Índice de Plasticidad: 3.0



LÍMITE LÍQUIDO	20.86%
LÍMITE PLÁSTICO	18.28%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	2.58%




Fuente: Elaboración Propia



Los mismos resultados son mostrados en la vista web como certificados en PDF.

*Ilustración 43: Certificado tipo del ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos (vista PDF).*

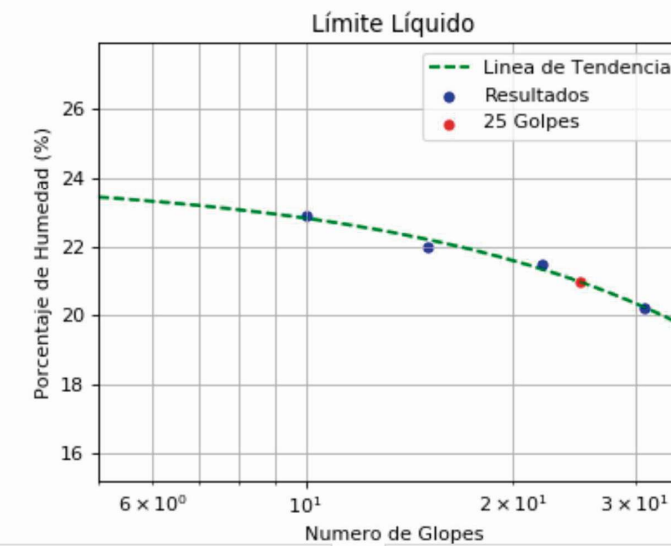
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E110 - MTC E111		NTP 339.129
<div><div>Datos Principales</div><div><p><b>Nombres:</b> Nombre Bachiller01 Apellido Bachiller01</p><p><b>DNI:</b> 123589</p><p><b>Código:</b> 988575</p><p><b>Curso Específico:</b> Materiales De Construcción</p><p><b>Título:</b> Tesis Bach01</p><p><b>Línea de Desarrollo:</b> Tecnologías_Modernas</p><p><b>Comienzo de la Tesis:</b> 04/03/2020</p><p><b>Término de la Tesis:</b> 15/03/2020</p><p><b>Duración:</b> 11 días</p><p><b>Asesores:</b></p><p>→ Prof.</p><p>→ Prof.</p><p><b>Muestreo:</b> 28/06/2020 9 p.m.</p><p><b>Emisión de Certificado:</b> 04/10/2020 12:49 p.m.</p><p><b>Límite Líquido:</b> 21.0</p><p><b>Límite Plástico:</b> 18.0</p><p><b>Índice de Plasticidad:</b> 3.0</p></div></div>		<div><div>Datos del Ensayo</div><div><p><b>ID:</b> 5</p><p><b>Código QR:</b></p><div></div><p><b>Calicata:</b> CANTERA N° 1 – EL AZUFRAL</p><p><b>Estrato:</b> TRES</p></div></div>

### Resultados del Ensayo: Límite Líquido

Secuencia	Recipiente	Nº de Golpes	Peso del Recipiente (gramos)	Peso Húmedo (gramos)	Peso Seco (gramos)	Peso Agua (gramos)	Peso Material (gramos)	Humedad %
1	1	31	28.2	38.3	36.6	1.7	8.4	20.2
2	2	22	27.8	40.8	38.5	2.3	10.7	21.5
3	3	15	27.8	40.0	37.8	2.2	10.0	22.0
4	4	10	27.8	42.3	39.6	2.7	11.8	22.9

### Resultados del Ensayo: Límite Plástico

Secuencia	Recipiente	Peso del Recipiente (gramos)	Peso Húmedo (gramos)	Peso Seco (gramos)	Peso Agua (gramos)	Peso Material (gramos)	Humedad %
1	1	28.2	29.5	29.3	0.2	1.1	18.2
2	2	27.8	29.2	29.0	0.2	1.2	16.7
3	3	28.2	29.4	29.2	0.2	1.0	20.0



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

*Fuente: Elaboración Propia*

## 11. Determinación del contenido de humedad de un suelo.

La tesis que se tomó como referencia fue: “EVALUACIÓN Y ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE DENSIDAD MAXIMA POR MEDIO DE UNA MESA VIBRATORIA Y EL ENSAYO DE COMPACTACIÓN MECANICA” (2020), por el bachiller Purizaca Benavente, Juan José.

En esta investigación se presenta el ensayo de contenido de humedad de un suelo de las calicatas Pachacutec y Acequia Alta, tomando en cuenta que son dos ensayos diferentes con diferentes contenidos de agua respectivamente.

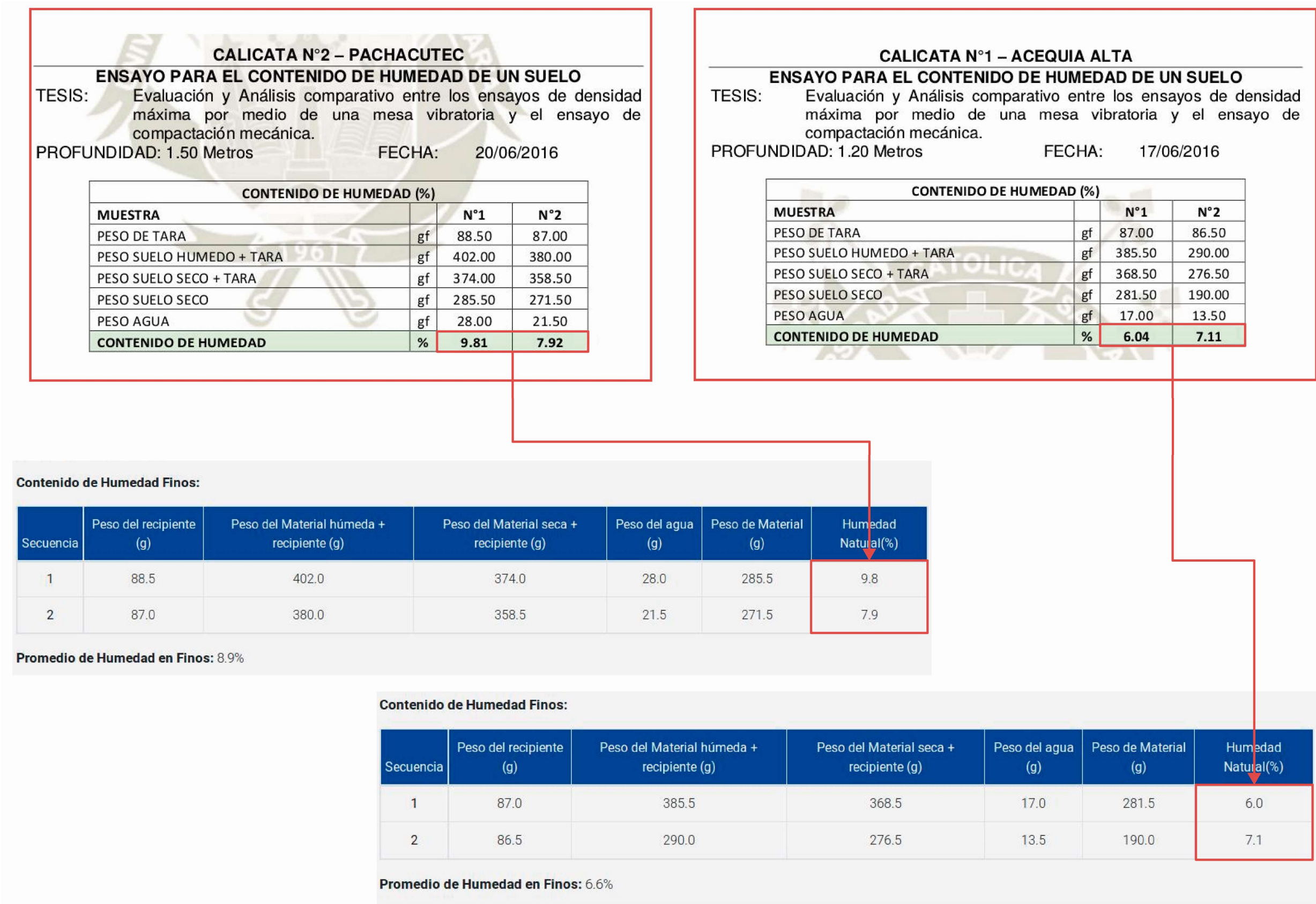
*Ilustración 44: Ensayos para determinar el contenido de humedad de los suelos (Ensayo principal).*

ENSAYOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD								
<div> <div>CSV</div> <div>Excel</div> <div>PDF</div> <div>Show 10 entries</div> <div>Search: <input type="text"/></div> </div>								
Usuario	Id	Item			Fecha		Tiempo de Espera (días)	Acciones
		Material	Cantera	Código	Muestreo	Ensayo		
bach01	2	CALICATA N°1	ACEQUIA ALTA	CH2020628191723	01/06/2020	28/06/2020	27	<div>+</div> <div>👁</div> <div>📄</div>
bach01	3	CALICATA N°2	PACHACUTEC	CH202062818488	01/06/2020	28/06/2020	27	<div>+</div> <div>👁</div> <div>📄</div>
<div>Showing 1 to 2 of 2 entries</div> <div> <div>Previous</div> <div>1</div> <div>Next</div> </div>								

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados obtenidos en la vista web y comparados con el documento original fueron muy parecidos.

Gráfico 26: Comparación de resultados del ensayo para determinar el contenido de humedad de los suelos.



Fuente: Elaboración Propia



Los mismos resultados son mostrados en la vista web como certificados en PDF.

*Ilustración 45: Certificado tipo del ensayo para determinar contenido de humedad de los suelos (vista PDF).*

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E108				NTP 339.127		
<p><b>Datos Principales</b></p> <p><b>Nombres:</b> Nombre Bachiller01 Apellido Bachiller01</p> <p><b>DNI:</b> 123589</p> <p><b>Código:</b> 988575</p> <p><b>Curso Específico:</b> Materiales De Construcción</p> <p><b>Título:</b> Tesis Bach01</p> <p><b>Línea de Desarrollo:</b> Tecnologías Modernas</p> <p><b>Comienzo de la Tesis:</b> 04/03/2020</p> <p><b>Término de la Tesis:</b> 15/03/2020</p> <p><b>Duración:</b> 11 días</p> <p><b>Asesores:</b></p> <p>→ Prof.</p> <p>→ Prof.</p> <p><b>Muestreo:</b> 28/06/2020 6:48 p.m.</p> <p><b>Emisión de Certificado:</b> 05/10/2020 10:11 p.m.</p> <p><b>Promedio de Humedad en Finos:</b> 8.9%</p>				<p><b>Datos del Ensayo</b></p> <p><b>ID:</b> 3</p> <p><b>Código QR:</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p><b>Material:</b> CALICATA N°2</p> <p><b>Cantera:</b> PACHACUTEC</p>		
<p><b>Resultados del Ensayo: Finos</b></p>						
Secuencia	Peso del recipiente (g)	Peso del Material húmeda + recipiente (g)	Peso del Material seca + recipiente (g)	Peso del agua (g)	Peso de Material (g)	Humedad Natural(%)
1	88.5	402.0	374.0	28.0	285.5	9.8
2	87.0	380.0	358.5	21.5	271.5	7.9
<div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA</p> <p style="text-align: center;">LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA</p> <p style="text-align: center;">LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL</p> </div> </div>						

## 12. Resultados del ensayo de compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada – Proctor Modificado

La tesis que se tomó como referencia fue: “EVALUACIÓN Y ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE DENSIDAD MAXIMA POR MEDIO DE UNA MESA VIBRATORIA Y EL ENSAYO DE COMPACTACIÓN MECANICA” (2020), por el bachiller Purizaca Benavente, Juan José.

El ensayo de proctor modificado fue realizado para la CANTERA N°1 EL AZUFRAL, se utilizó el PROCEDIMIENTO A indicado en la NTP 339.141 previamente mencionada. Con 5 capas con 25 golpes cada capa.

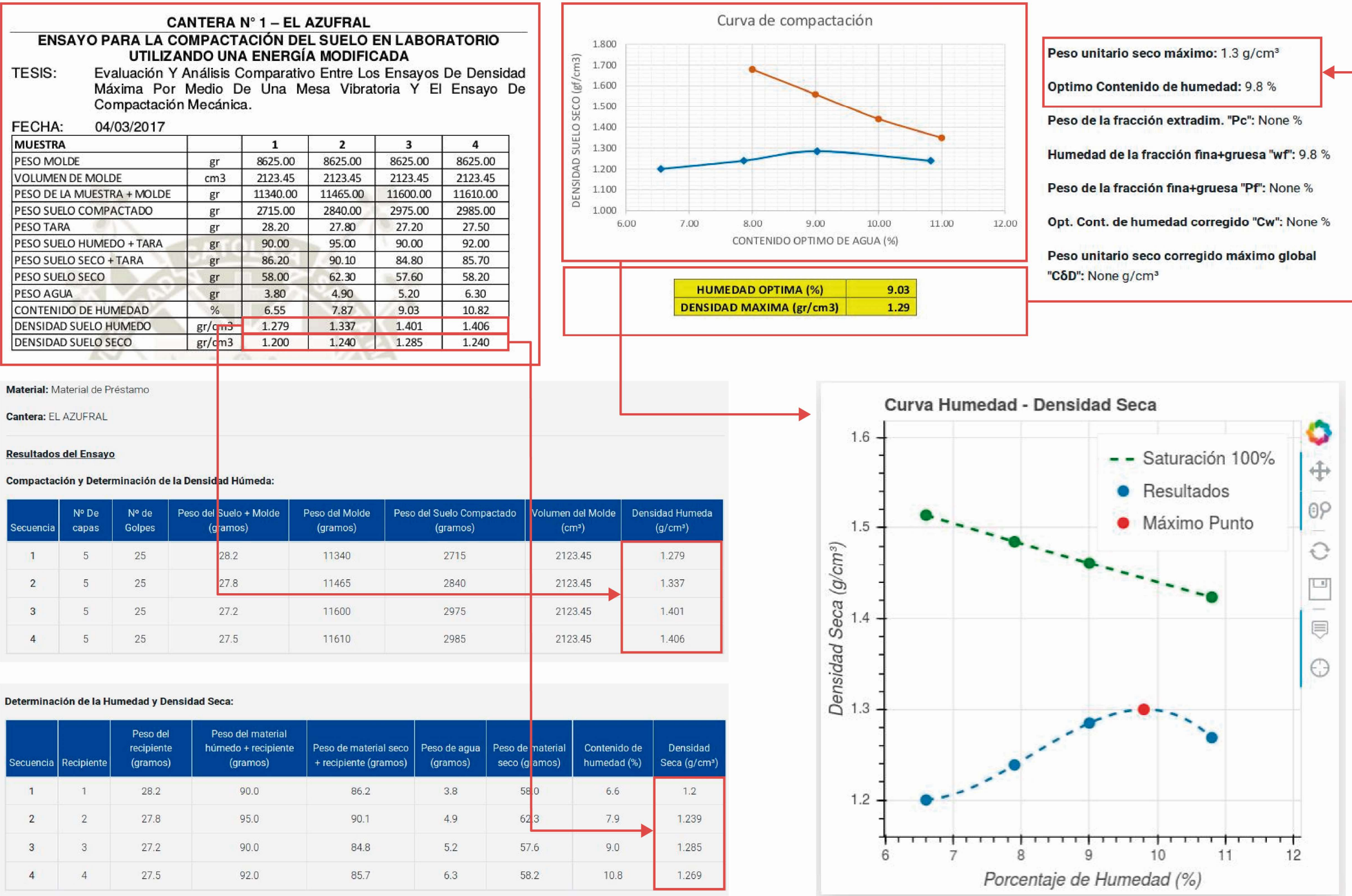
*Ilustración 46: Ensayos para determinar la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Ensayo principal).*

ENSAYOS DE COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA								
<div> <div>CSV</div> <div>Excel</div> <div>PDF</div> <div>Show 10 entries</div> <div>Search:</div> </div>								
Usuario	Id	Item			Fecha		Tiempo de Espera (días)	Acciones
		Material	Cantera	Código	Muestreo	Ensayo		
bach01	3	Acequia Alta	CANTERA N°1 - EL AZUFRAL	PM20207517116	07/05/2020	04/07/2020	58	<div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> </div>
Showing 1 to 1 of 1 entries								
					Previous	1	Next	

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados obtenidos en la vista web y comparados con el documento original fueron muy parecidos.

Gráfico 27: Comparación de resultados del ensayo para determinar la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada.



Fuente: Elaboración Propia



Los mismos resultados son mostrados en la vista web como certificados en PDF

Ilustración 47: Certificado tipo del ensayo para determinar la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (vista PDF).

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO  
UNA ENERGIA MODIFICADA (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³))  
PROCTOR MODIFICADO MTC E115

NTP 339.141

Datos Principales

Nombres: Nombre Bachiller01 Apellido Bachiller01

DNI: 123589

Código: 988575

Curso Específico: Suelos

Título: Tesis Bach01

Línea de Desarrollo: Tecnologías Modernas

Comienzo de la Tesis: 04/03/2020

Termino de la Tesis: 15/03/2020

Duración: 11 días

Asesores:

→ Prof.

→ Prof.

Muestreo: 04/07/2020 9:53 p.m.

Corrección del Ensayo: 05/07/2020 5:01 p.m.

Emisión de Certificado: 04/10/2020 9:59 p.m.

Peso unitario seco máximo: 1.3 g/cm³

Óptimo Contenido de humedad: 9.8 %

Peso de la fracción extradím. "Pc": None %

Humedad de la fracción fina+gruesa "w<sub>f</sub>": 9.8 %

Peso de la fracción fina+gruesa "P<sub>f</sub>": None %


Opt. Cont. de humedad corregido "C<sub>w</sub>": None %

Peso unitario seco corregido máximo global "C&D": None g/cm³

Datos del Ensayo

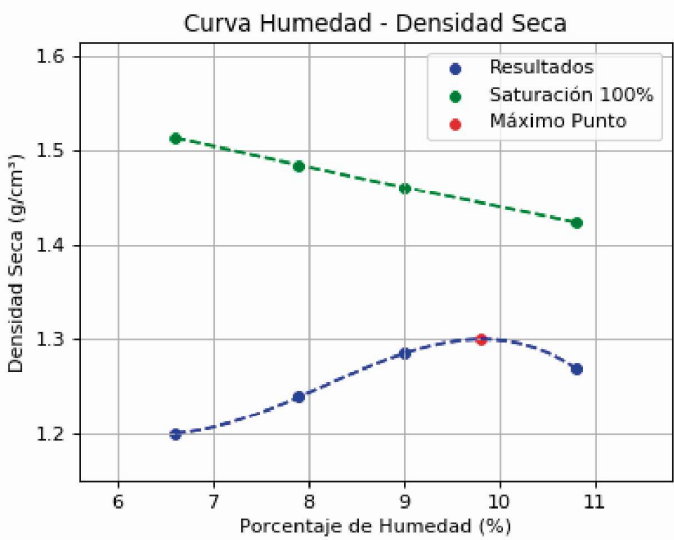
ID: 3

Código QR:



Material: Acequia Alta

Cantera: CANTERA N° 1 – EL AZUFRAL



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

Resultados del Ensayo: Densidad Humeda

Secuencia	Nº De capas	Nº de Golpes	Peso del Suelo + Molde (gramos)	Peso del Molde (gramos)	Peso del Suelo Compactado (gramos)	Volumen del Molde (cm³)	Densidad Humeda (g/ cm³)
1	5	25	28.2	11340	2715	2123.45	1.279
2	5	25	27.8	11465	2840	2123.45	1.337
3	5	25	27.2	11600	2975	2123.45	1.401
4	5	25	27.5	11610	2985	2123.45	1.406

Resultados del Ensayo: Densidad Seca

Secuencia	Reclente	Peso del reclente (gramos)	Peso del material húmedo + reclente (gramos)	Peso de material seco + reclente (gramos)	Peso de agua (gramos)	Peso de material seco (gramos)	Contenido de humedad (%)	Densidad Seca (g/ cm³)
1	1	28.2	90.0	86.2	3.8	58.0	6.6	1.2
2	2	27.8	95.0	90.1	4.9	62.3	7.9	1.239
3	3	27.2	90.0	84.8	5.2	57.6	9.0	1.285
4	4	27.5	92.0	85.7	6.3	58.2	10.8	1.269

### 13. Ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo In Situ mediante el método del cono de arena

La tesis que se tomó como referencia fue: “EVALUACIÓN Y ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE DENSIDAD MAXIMA POR MEDIO DE UNA MESA VIBRATORIA Y EL ENSAYO DE COMPACTACIÓN MECANICA” (2020), por el bachiller Purizaca Benavente, Juan José.

El ensayo también está diseñado para el control de compactación de carreteras pero las variables como Sector y Progresiva, Tramo o Nivel, Elemento o Lado Los cuales se pueden dejar en blanco. El ensayo se realiza para la CANTERA N°1 - AZUFRAL. Solo si el usuario registra el óptimo contenido de humedad el sistema calculará el porcentaje o grado de compactación.

*Ilustración 48: Ensayos para determinar la densidad y peso unitario del suelo In Situ mediante el método del cono de arena (Ensayo principal).*

ENSAYOS DE DENSIDAD DEL PESO UNITARIO IN SITU MÉTODO DEL CONO DE ARENA

CSV

Excel

PDF

Show 10 entries

Search:

Usuario	Id	Item						NTP 339.141 - ASTM D1557		Fecha	
		Muestra	Sector/Progresiva	Tramo/Nivel	Elemento/Lado	Layer	Code	Peso unit. Seco máx. (g/cm³)	Opt. Cont. de humedad (%)	Muestreo	Ensayo
bach01	4	CANTERA N°1 - AZUFRAL	None	None	None	None	SC202062912289	None	None	01/06/2020	29/06/2020

Showing 1 to 1 of 1 entries

Previous

1

Next

*Fuente: Elaboración Propia*



Los resultados obtenidos en la vista web y comparados con el documento original fueron muy parecidos.

Gráfico 28: Comparación de resultados del ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo In Situ mediante el método del cono de arena.

<b>CANTERA N°1 – AZUFRAL</b>		
<b>ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD Y PESO UNITARIO DEL SUELO IN SITU MEDIANTE EL MÉTODO DEL CONO DE ARENA</b>		
<b>TESIS:</b>	Evaluación y Análisis comparativo entre los ensayos de densidad máxima por medio de una mesa vibratoria y el ensayo de compactación mecánica.	
<b>FECHA:</b>	27/01/2017	

<b>DENSIDAD EN CAMPO</b>		
PESO INICIAL ARENA + FRASCO ( $W_o$ )	gr.	6850.00
PESO FINAL ARENA + FRASCO ( $W_f$ )	gr.	2487.00
PESO ARENA EN CONO ( $W_c$ )	gr.	1630.00
PESO UNITARIO ARENA ( $\gamma_d$ )	gr/cm <sup>3</sup>	1.54
PESO AREANA EN HOYO ( $W_e$ )	gr.	2733.00
VOLUMEN HUECO ( $V$ )	cm <sup>3</sup>	1774.68
<b>MUESTRA</b>		<b>MI</b>
PESO SUELO HÚMEDO ( $W_h$ )	gr.	3420.00
VOLUMEN SUELO HÚMEDO ( $V_h$ )	cm <sup>3</sup>	1774.68
DENS. SUELO HUMEDO ( $\gamma_h$ )	gr/cm <sup>3</sup>	1.93
<b>MUESTRA LABORATORIO</b>		<b>N°1</b>
P. BANDEJA ( $t$ )	gr.	638.50
P. TOTAL HÚMEDO ( $W_{th}$ )	gr.	3986.00
P-. TOTAL SECO ( $W_{ts}$ )	gr.	3617.00
P. AGUA ( $W_w$ )	gr.	369.00
P. SUELO SECO ( $W_s$ )	gr.	2978.50
% HUMEDAD SUELO (%w)	%	12.39
DENS. SUELO SECO ( $\gamma_d$ )	gr/cm <sup>3</sup>	1.71

<b>Datos del Ensayo Ingresados</b>	
<b>Fecha de Muestreo:</b>	01/06/2020
<b>Fecha del Ensayo:</b>	29/06/2020
<b>Muestra:</b>	CANTERA N°1 – AZUFRAL
<b>Sector o Progresiva:</b>	None
<b>Tramo o Nivel:</b>	None
<b>Elemento o Lado:</b>	None
<b>Capa:</b>	None
<b>Peso unit. Seco máx.:</b>	None g/cm <sup>3</sup>
<b>Ópt. Cont. de humedad:</b>	None %

<b>Resultados del Ensayo</b>	
<b>Densidad Humeda:</b>	
<b>Peso del frasco + arena:</b>	6850 g
<b>Peso del frasco + arena que queda:</b>	2487 g
<b>Peso de arena empleada:</b>	4363 g
<b>Peso de arena en el cono y placa:</b>	1630 g
<b>Peso de arena en la excavación:</b>	2733 g
<b>Densidad de la arena:</b>	1.54 g/cm <sup>3</sup>
<b>Volumen del material extraído:</b>	1774.68 cm <sup>3</sup>
<b>Peso muestra total + recipiente:</b>	3420 g
<b>Peso de recipiente:</b>	0 g
<b>Peso del muestra total húmeda:</b>	3420 g
<b>Densidad de la muestra total húmeda:</b>	1.93 g/cm <sup>3</sup>

<b>Contenido de Humedad:</b>	
<b>Fracción de muestra:</b>	Pas. 3/4"
<b>Peso de recipiente:</b>	638.5 g
<b>Peso de muestra húmeda + recipiente:</b>	3986.0 g
<b>Peso de muestra seca + recipiente:</b>	3617.0 g
<b>Peso de agua:</b>	369.0 g
<b>Peso de la muestra seca:</b>	2978.5 g
<b>Contenido de humedad de la muestra:</b>	12.4 %
<b>Densidad de la muestra total seca:</b>	1.72 g/cm <sup>3</sup>
<b>Porcentaje o grado de compactación</b>	Por favor llenar el Peso unit. Seco máx. (1er formulario) %

*Fuente: Elaboración Propia*



Los mismos resultados son mostrados en la vista web como certificados en PDF.

*Ilustración 49: Certificado tipo del ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo In Situ mediante el método del cono de arena (vista PDF).*

<b>ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD Y PESO UNITARIO DEL SUELO IN SITU MEDIANTE EL MÉTODO DEL CONO DE ARENA - MTC E117</b>		NTP 339.143
<p><b>Datos Principales</b></p> <p><b>Nombres:</b> Nombre Bachiller01 Apellido Bachiller01</p> <p><b>DNI:</b> 123589</p> <p><b>Código:</b> 988575</p> <p><b>Curso Específico:</b> Suelos</p> <p><b>Título:</b> Tesis Bach01</p> <p><b>Línea de Desarrollo:</b> Tecnologías Modernas</p> <p><b>Comienzo de la Tesis:</b> 04/03/2020</p> <p><b>Termino de la Tesis:</b> 15/03/2020</p> <p><b>Duración:</b> 11 días</p> <p><b>Asesores:</b></p> <p>→ Prof.</p> <p>→ Prof.</p> <p><b>Muestreo:</b> 29/06/2020 12:28 p.m.</p> <p><b>Emisión de Certificado:</b> 02/10/2020 10:03 p.m.</p> <p><b>Densidad Humeda:</b></p> <p><b>Peso del frasco + arena:</b> 6850 g</p> <p><b>Peso del frasco + arena que queda:</b> 2487 g</p> <p><b>Peso de arena empleada:</b> 4363 g</p> <p><b>Peso de arena en el cono y placa:</b> 1630 g</p> <p><b>Peso de arena en la excavación:</b> 2733 g</p> <p><b>Densidad de la arena:</b> 1.54 g/cm<sup>3</sup></p> <p><b>Volumen del material extraído:</b> 1774.68 cm<sup>3</sup></p> <p><b>Peso muestra total + recipiente:</b> 3420 g</p> <p><b>Peso de recipiente:</b> 0 g</p> <p><b>Peso del muestra total húmeda:</b> 3420 g</p> <p><b>Densidad de la muestra total húmeda:</b> 1.93 g/cm<sup>3</sup></p> <p><b>Contenido de Humedad:</b></p> <p><b>Fracción de muestra:</b> Pas. 3/4"</p> <p><b>Peso de recipiente:</b> 638.5 g</p> <p><b>Peso de muestra húmeda + recipiente:</b> 3986.0 g</p> <p><b>Peso de muestra seca + recipiente:</b> 3617.0 g</p> <p><b>Peso de agua:</b> 369.0 g</p> <p><b>Peso de la muestra seca:</b> 2978.5 g</p> <p><b>Contenido de humedad de la muestra:</b> 12.4 %</p> <p><b>Densidad de la muestra total seca:</b> 1.72 g/cm<sup>3</sup></p> <p><b>Porcentaje o grado de compactación</b> Porfavor llenar el Peso unit. Seco máx. (1er formulario) %</p>	<p><b>Datos del Ensayo</b></p> <p><b>ID:</b> 4</p> <p><b>Código QR:</b></p>  <p><b>Muestra:</b> CANTERA N°1 – AZUFRAL</p> <p><b>Sector o Progresiva:</b> None</p> <p><b>Tramo o Nivel:</b> None</p> <p><b>Elemento o Lado:</b> None</p> <p><b>Capa:</b> None</p> <p><b>Peso unit. Seco máx.:</b> None %</p> <p><b>Ópt. Cont. de humedad:</b> None %</p>	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA	
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL	

Laboratorio de Ingeniería Civil, Universidad Católica de Santa María, EPICLABS © 2019

Pag. 1 de 1

*Fuente: Elaboración Propia*

#### 14. Determinación de la gravedad específica de sólidos mediante el picnómetro de agua de un suelo y ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.

La tesis que se tomó como referencia fue: “UTILIZACIÓN DE MATERIAL ESTÉRIL DE LA MINA CERRO VERDE, PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIAS DE 175 kgf/cm<sup>2</sup> 210 kgf/cm<sup>2</sup> Y 280 kgf/cm<sup>2</sup> EN LA CIUDAD DE AREQUIPA” (2015), por el bachilleres Ana Lucia Chaiña Muñoz y Sixto Daniel Paz Martínez.

El ensayo se realizó para la CALICATA N°3 de Cerro Colorado,

*Ilustración 50: Ensayos para determinación de la gravedad específica de sólidos mediante el picnómetro de agua de un suelo y ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. (Ensayo principal).*

ENSAYOS DE GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS								
CSV		Excel		PDF		Show 10 : entries		Search: <input type="text"/>
Usuario	Id	Item			Fecha		Tiempo de Espera (días)	Acciones
		Material	Cantera	Código	Muestreo	Ensayo		
bach01	2	CALICATA 3	Cerro Colorado	GE2020630214336	01/06/2020	30/06/2020	29	   
Showing 1 to 1 of 1 entries								
				Previous		1	Next	

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados obtenidos en la vista web y comparados con el documento original fueron muy parecidos (Gravedad específica de sólidos mediante el picnómetro de agua de un suelo).

Gráfico 29: Comparación de resultados del ensayo para determinar la gravedad específica de sólidos mediante el picnómetro de agua de un suelo.

GRAVEDAD ESPECIFICA NOMINAL							
Muestra	Peso muestra seca (g)	Peso Agr. Fino S.S.S. (g)	Peso fiola (g)	Peso fiola +agua+ muestra (g)	Volumen frasco (cm <sup>3</sup> )	Agua añadida (g)	G.E. Nominal (g/ cm <sup>3</sup> )
1	493.8	500	160.1	964	500	303.9	2.600

Tabla 3.7. Resultado de la gravedad específica nominal del agregado fino.

Fracción Pasante de Tamiz N° 4:

Secuencia	Temperatura de ensayo (°c)	Densidad del agua a la temperatura de ensayo (g/mL)	Volumen promedio calibrado del picnómetro seco (mL)	Masa promedio calibrada del picnómetro seco (g)	Masa del picnómetro y agua a la temperatura de ensayo (g)	Masa de la muestra de sólidos del suelo a la temperatura de ensayo (g)	Masa del picnómetro, agua y sólidos a la temperatura de ensayo (g)	Masa del recipiente para secado (g)	Masa del recipiente para secado + suelo seco (g)	Masa de los sólidos secados al horno (g)	Gravedad específica de los sólidos de suelo a temperatura de ensayo	Coefficiente de temperatura del agua a 20°C	Gravedad específica de los sólidos de suelo a 20°C
1	21.0	0.99799	500.0	160.1	659.1	500.0	964.0	0.0	493.8	493.8	2.614	0.99979	2.613

Fuente: Elaboración Propia





Los resultados obtenidos en la vista web y comparados con el documento original fueron muy parecidos (Ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso).

Gráfico 30: Comparación de resultados del ensayo para determinar peso específico y absorción del agregado grueso.

GRAVEDAD ESPECIFICA NOMINAL						
Muestra	Peso en el aire de la muestra seca (g)	Peso Agr. Fino S.S.S. (g)	Peso sumergido de la olla + muestra (g)	Peso de la olla enmallada (g)	Peso sumergido de la muestra (g)	G.E. Nominal
1	2206	2231.9	2230.9	939.5	1291.4	2,412

Tabla 3.20. Tabla de resultados de la gravedad específica nominal de agregado grueso.

GRAVEDAD ESPECIFICA SATURADA						
Muestra	Peso en el aire de la muestra seca (g)	Peso Agr. Fino S.S.S. (g)	Peso sumergido de la olla + muestra (g)	Peso de la olla enmallada (g)	Peso sumergido de la muestra (g)	G.E. Nominal (g/ cm³)
1	2206	2231.9	2230.9	939.5	1291.4	2.373

Tabla 3.22. Tabla de resultados de la gravedad específica saturada de agregado grueso.

GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE						
Muestra	Peso en el aire de la muestra seca (g)	Peso Agr. Fino S.S.S. (g)	Peso sumergido de la olla + muestra (g)	Peso de la olla enmallada (g)	Peso sumergido de la muestra (g)	G.E. Nominal (g/ cm³)
1	2206	2231.9	2230.9	939.5	1291.4	2.346

Tabla 3.21. Tabla de resultados de la gravedad específica aparente de agregado grueso.

ABSORCION DE AGREGADO GRUESO			
Muestra	Peso Muestra S.S.S. (g)	Peso muestra seca (g)	Absorción
1	2231.9	2206	1.174

Tabla 3.23. Tabla de resultados de absorción de agregado grueso.

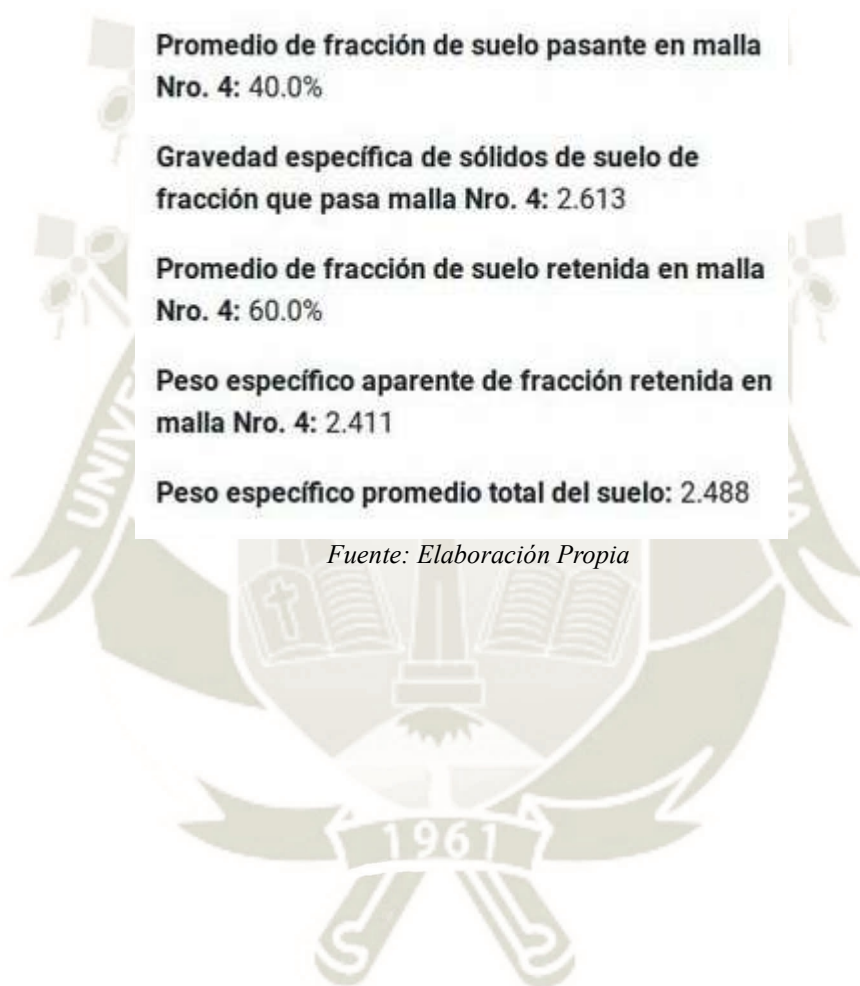
Fracción Retenido en el Tamiz N° 4:

Secuencia	Temperatura de ensayo entre 23±1.7 (°c)	Peso de la muestra saturada con superficie seca en el aire (g/mL)	Peso de la canastilla dentro del agua (mL)	Peso de la muestra saturada seca + peso canastilla en agua (g)	Peso del recipiente para secado (g)	Peso del recipiente + muestra seca al horno (g)	Peso de la muestra seca al horno (g)	Peso de la muestra saturada dentro del agua (g)	Gravedad específica de masa (g)	Gravedad específica de masa SSS	Gravedad específica aparente	Coefficiente de temperatura del agua a 20°c	Peso específico de masa	Peso específico de masa SSS	Peso específico aparente	Absorción (%)
1	22.0	2231.9	939.5	2230.9	0.0	2206.0	2206.0	1291.4	2.346	2.373	2.412	0.99979	2.346	2.373	2.411	1.2

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la misma muestra tanto del material fino pasante de la malla N° 4 y del material grueso retenido en la malla N° 4 se pueden combinar para que el sistema calcule la gravedad específica del suelo, solo con los porcentajes en peso de los materiales fino 40% y grueso 60% respectivamente.

*Ilustración 51: Resultados generales del ensayo de gravedad específica de los suelos.*



Certificado tipo del ensayo para la gravedad específica de solidos mediante el picnómetro de agua de un suelo y ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso (vista PDF).

*Ilustración 52: Certificado tipo del ensayo para determinar para la gravedad específica de solidos mediante el picnómetro de agua de un suelo y ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso (vista PDF).*

DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE UN SUELO MTC E108

NTP 339.131 / NTP 400.021

Datos Principales

**Nombres:** Nombre Bachiller01 Apellido Bachiller01

**DNI:** 123589

**Código:** 988575

**Curso Específico:** Suelos

**Título:** Tesis Bach01

**Línea de Desarrollo:** Tecnologías\_Modernas

**Comienzo de la Tesis:** 04/03/2020

**Termino de la Tesis:** 15/03/2020

**Duración:** 11 días

**Asesores:**

→ Prof.

→ Prof.

**Muestreo:** 30/06/2020 7:17 p.m.

**Emisión de Certificado:** 02/10/2020 10:16 p.m.

**Promedio de fracción de suelo pasante en malla Nro. 4:** 40.0%

**Gravedad específica de sólidos de suelo de fracción que pasa malla Nro. 4:** 2.613

**Promedio de fracción de suelo retenida en malla Nro. 4:** 60.0%


**Peso específico aparente de fracción retenida en malla Nro. 4:** 2.411

**Peso específico promedio total del suelo:** 2.488

Datos del Ensayo

ID: 2

Código QR:



**Material:** CALICATA 3

**Cantera:** Cerro Colorado

Resultados del Ensayo: Fracción de suelo retenida en malla Nro. 4:

Secuencia	1
Temperatura de ensayo entre 23±1.7 (°c)	22.0
Peso de la muestra saturada con superficie seca en el aire (g/mL)	2231.9
Peso de la canastilla dentro del agua (mL)	939.5
Peso de la muestra saturada superficialmente seca + peso canastilla en agua (g)	2230.9
Peso del recipiente para secado (g)	0.0
Peso del recipiente + muestra seca al horno (g)	2206.0
Peso de la muestra seca al horno (g)	2206.0
Peso de la muestra saturada dentro del agua (g)	1291.4
Gravedad específica de masa (g)	2.346
Gravedad específica de masa SSS	2.373
Gravedad específica aparente	2.412
Coefficiente de temperatura del agua a 20°c	0.99979
Peso específico de masa	2.346
Peso específico de masa SSS	2.373
Peso específico aparente	2.411
Absorción (%)	1.2

Resultados del Ensayo: Fracción de suelo pasante en malla Nro. 4:

Secuencia	1
Temperatura de ensayo (°c)	21.0
Densidad del agua a la temperatura de ensayo (g/mL)	0.99799
Volumen promedio calibrado del picnómetro seco (mL)	500.0
Masa promedio calibrada del picnómetro seco (g)	160.1
Masa del picnómetro y agua a la temperatura de ensayo (g)	659.1
Masa de la muestra de sólidos del suelo a la temperatura de ensayo (g)	500.0
Masa del picnómetro, agua y sólidos a la temperatura de ensayo (g)	964.0
Masa del recipiente para secado (g)	0.0
Masa del recipiente para secado + suelo seco (g)	493.8
Masa de los sólidos secados al horno (g)	493.8
Gravedad específica de los sólidos de suelo a temperatura de ensayo	2.614
Coefficiente de temperatura del agua a 20°c	0.99979
Gravedad específica de los sólidos de suelo a 20°c	2.613

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
EPIC – FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

Laboratorio de Ingeniería Civil, Universidad Católica de Santa María, EPICLABS © 2019

Pag. 1 de 2

Laboratorio de Ingeniería Civil, Universidad Católica de Santa María, EPICLABS © 2019

Pag. 2 de 2



15. Resultados extra para todos los ensayos.

Todos los ensayos tendrán la posibilidad de ver la totalidad de los ensayos con todos los datos que involucran a su ejecución, solamente por el personal administrativo del sistema, para descarga y/o información en tiempo real.

Ilustración 53: Tabla resumen de los ensayos para determinar la resistencia a la compresión de testigos en muestras cilíndricas.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

CSVExcelPDFShow10entries

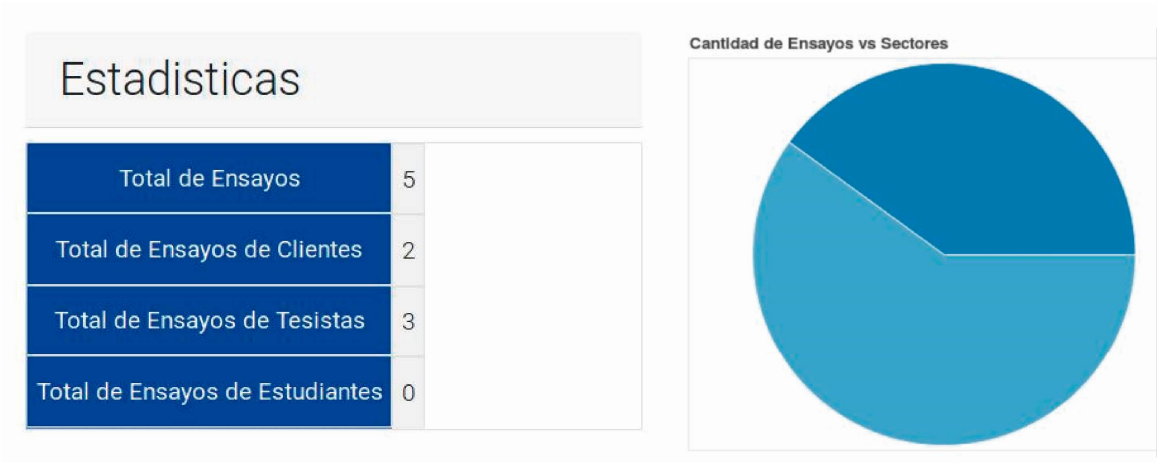
Search:bach01

Ensayo Base												Testigos Ensayados											
Usuario	Actor	Nombre	Código QR	Fecha de Muestreo	Tipo de Testigo	Esfuerzo Específico	Creado	Actualizado	Curso	Persona de Referencia	Proyecto	Elemento	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro Superior (pulgadas)	Diámetro Inferior (pulgadas)	Área (cm²)	Carga (kgf)	Esfuerzo (kgf/cm²)	Esfuerzo (MPa)	Creado	Actualizado
bach01	Tesisista	Rotura Testigo	RT2020623113148	June 23, 2020	CONCRETO	63.0	June 23, 2020, 11:31 a.m.	June 23, 2020, 11:31 a.m.	Tecnología del Concreto	None	None	1-IP-(1)-63	June 3, 2020	June 6, 2020	3	108.0	108.0	9160.9	8143.0	88.89	8.7	June 23, 2020, 11:36 a.m.	June 23, 2020, 11:48 a.m.
												1-IP-(2)-63	June 3, 2020	June 6, 2020	3	109.0	108.0	9331.3	8961.0	96.03	9.4	June 23, 2020, 11:36 a.m.	June 23, 2020, 11:48 a.m.
												1-IP-(2)-63	June 3, 2020	June 6, 2020	3	108.0	108.0	9160.9	8773.0	95.77	9.4	June 23, 2020, 11:36 a.m.	June 23, 2020, 11:48 a.m.
bach01	Tesisista	Rotura Testigo	RT20206231200	June 23, 2020	CONCRETO	147.0	June 23, 2020, noon	June 23, 2020, noon	Tecnología del Concreto	None	None	1-IP-(1)-147	June 1, 2020	June 7, 2020	6	103.0	102.0	8332.3	11137.0	133.66	13.1	June 23, 2020, 12:04 p.m.	June 23, 2020, 12:04 p.m.
												1-IP-(2)-147	June 1, 2020	June 7, 2020	6	102.0	102.0	8171.3	11980.0	146.61	14.4	June 23, 2020, 12:04 p.m.	June 23, 2020, 12:04 p.m.
												1-IP-(3)-147	June 1, 2020	June 7, 2020	6	102.0	102.0	8171.3	11487.0	140.58	13.8	June 23, 2020, 12:04 p.m.	June 23, 2020, 12:04 p.m.
bach01	Tesisista	Rotura Testigo	RT202062312631	June 23, 2020	CONCRETO	210.0	June 23, 2020, 12:06 p.m.	June 23, 2020, 12:06 p.m.	Tecnología del Concreto	None	None	1-IP-(1)-210	June 1, 2020	June 28, 2020	27	109.0	107.0	9331.3	22231.0	238.24	23.4	June 23, 2020, 12:09 p.m.	June 23, 2020, 12:09 p.m.
												1-IP-(2)-210	June 1, 2020	June 28, 2020	27	108.0	108.0	9160.9	23603.0	257.65	25.3	June 23, 2020, 12:09 p.m.	June 23, 2020, 12:09 p.m.
												1-IP-(3)-210	June 1, 2020	June 28, 2020	27	108.0	107.0	9160.9	22751.0	248.35	24.4	June 23, 2020, 12:09 p.m.	June 23, 2020, 12:09 p.m.

Fuente: Elaboración Propia

Junto con los mismos el sistema mostrará gráficos estadísticos de los ensayos realizados por los diferentes sectores.

Ilustración 54: Gráfico estadístico de los ensayos de testigos de concreto realizados por los diferentes sectores.



Fuente: Elaboración Propia

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- La sistematización de los sectores Académico, Tesistas y Servicios a Terceros de los principales ensayos de los laboratorios de la EPIC, que se logró mediante la generación de un software y según la NTP; el proyecto resultó ser más eficiente que con las herramientas básicas de escritorio actualmente implementadas, optimiza y controla los procesos en tiempo real como también muestra gran flexibilidad para escalar y expandirse con el tiempo.
- Mediante la identificación y mapeo de los procesos, de los sectores Académico, Tesistas y Servicios a Terceros se podrá mantener la competitividad de los productos y servicios, mejorando la calidad y productividad, reduciendo tiempos y precios, a su vez también aumentando la rentabilidad del laboratorio como empresa.
- El desarrollo de un espacio virtual utilizando tecnologías modernas con una base de datos relacional, segura y confiable que permita visualizar las variables desagregadas de los ensayos, de los laboratorios y de los sectores Académico, Tesistas y Servicios a Terceros, resultó en un sistema capaz de brindar resultados confiables y trazables.
- Debido a que el proyecto cuenta con un sistema de redondeos y aproximaciones automáticas según el análisis y revisión de la NTP, se tuvo diferencias mínimas en la precisión al comparar ensayos ejecutados por Tesistas y los resultados que brinda el sistema.
- El proyecto automatiza los resultados de los ensayos planteados, según restricciones y consideraciones de la NTP, mostrando información adicional en tiempo real sobre el proceso de los ensayos, clasificando los datos procesados, validando la información ingresada y faltante, mostrando gráficas correctas y dinámicas, especificando precisión y unidades, desde la perspectiva de la Ingeniería Civil.
- La generación de certificados impresos de los diferentes ensayos previamente seleccionados, están diseñados para ilustrar los resultados y gráficas, según la perspectiva del Ingeniero Civil. Los mismos que son fácilmente rastreables y verificables por el laboratorio y por el usuario.

- El proyecto ayuda a la generación de estadísticas básicas, una de las principales metas del proyecto para poder cumplir con el control y mantenimiento de los equipos, uso de los recursos y de las instalaciones del laboratorio.

### **Recomendaciones**

- Debido a que sistema podrá expandirse y escalar con el tiempo se recomienda la continuidad de los ensayos faltantes de los laboratorios actuales, adquirir y habilitar nuevos equipamientos para implementación el resto de ensayos e ir escalando de manera gradual.
- Se recomienda implementar un sector para obtener estadísticas avanzadas relacionadas a cada una de las variables de los ensayos del laboratorio de la EPIC, para de esa manera tener una mayor comprensión de los ensayos ejecutados en el campo de la Ingeniería Civil.
- Se recomienda generar un resumen para dar un seguimiento y registro personalizado de los ensayos ejecutados, por cada uno de los usuarios de los sectores Estudiantil, Tesistas y Servicios a Terceros.
- Se recomienda implementar un sistema de rastreo y verificación mediante código QR a todas las muestras ingresadas a las instalaciones de la EPIC mediante dispositivos de lectura electrónicos.
- Gracias a la base de datos generada por la ejecución de los ensayos de los sectores Estudiantil, Tesistas y Servicios a Terceros, se recomienda generar un mapa de resultados de ubicación de las propiedades físicas de los materiales empleados.
- Se recomienda tener un sistema de calificación online para los grupos de prácticas del sector Estudiantil, y un sistema estructurado de corroboración y seguimiento planificado de los ensayos del sector Tesistas.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

- Artur Boronat, J. I. (2020). Desarrollo de software. EcuRed.  
[https://www.ecured.cu/Desarrollo\\_de\\_software](https://www.ecured.cu/Desarrollo_de_software).
- Artur Boronat, J. I. (2020). Django. EcuRed. <https://www.ecured.cu/Django>
- Bedoya Carrillo, A. (2019). Desarrollo de una herramienta web para la clasificación de la salud ósea en escolares según edad y sexo utilizando técnicas de aprendizaje automático.
- Braja M. Das. (2013) Fundamentos de ingeniería geotécnica. (Cuarta edición) México.
- Chaina, Jorge. (2017). Diseño de concreto permeable, para pavimentos rígidos, utilizando piedra huso 67 y arena gruesa de la cantera la poderosa, para la ciudad de Arequipa.
- Chaiña, Ana; Paz, Sixto. (2018). Utilización de material estéril de la mina cerro verde, para la elaboración de concreto con resistencias de 175 kgf/cm<sup>2</sup> 210 kgf/cm<sup>2</sup> y 280 kgf/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Arequipa.
- Diez D. (Agosto 19, 2017) OpenIntro Statistics, (ed. 3) EEUU.
- Dr. Lorenzo Borselli. (2019-2020). Clasificación ingenieril de los suelos y de los macizos rocosos. Fac. de Ingeniería, UASLP.
- Esperanza M. Lopez Duque, L. Restrepo de Ocampo E. Gloria L. Velásquez L. (Abril de 2013). Resistencia al cambio en organizaciones modernas, Dic, 2019,  
<https://www.redalyc.org/pdf/849/84927487022.pdf>.
- Freias V. (Jan 18, 2018). How to Implement Multiple User Types with Django, Dic, 2019,  
<https://simpleisbetterthancomplex.com/tutorial/2018/01/18/how-to-implement-multiple-user-types-with-django.html>.
- ISOtools (20 febrero, 2015), Blog Calidad y Excelencia - ¿En qué consiste el ciclo PHVA de mejora continua? <https://www.isotools.org/2015/02/20/en-que-consiste-el-ciclo-phva-de-mejora-continua/>.
- Loayza, Jose. (2019) Laboratorio de ensayos de materiales – Guia Teórico Práctica.
- Maldeadora N. (2020). Que es el Frontend y Backend. Platzi. <https://platzi.com/blog/que-es-frontend-y-backend>.
- Naiza, Gonzalo. (2017). Aplicación del poliestireno expandido en la fabricación de unidades de concreto liviano para muros de tabiquería en la ciudad de Arequipa.

- Norma Técnica Peruana. (2014). NTP 251.011 MADERA, 1 Edición. Método para determinar la compresión axial o paralela al grano. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana. (2014). NTP 339.034 CONCRETO, 1 Edición. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana. (2014). NTP 339.059 CONCRETO, 1 Edición. Método para la obtención y ensayos de corazones diamantinos y vigas cortadas de hormigón (concreto). Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana. (2014). NTP 339.128 SUELOS, 1 Edición. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana. (2014). NTP 339.129 SUELOS, 1 Edición. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana. (2014). NTP 339.131 SUELOS, 1 Edición. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana. (2014). NTP 339.132 SUELOS, 1 Edición. Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz  $N_{\mu}200$  ( $75\mu m$ ). Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana. (2014). NTP 339.134 SUELOS, 1 Edición. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana. (2014). NTP 339.141 SUELOS, 1 Edición. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada ( $2\,700\text{ kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$  ( $56\,000\text{ pie}\cdot\text{lbf}/\text{pie}^3$ )). Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana. (2014). NTP 339.143 SUELOS, 1 Edición. Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana. (2014). NTP 339.146 SUELOS, 1 Edición. Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino. Lima, Perú.

- Norma Técnica Peruana. (2014). NTP 399.605 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, 1 Edición. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prisma de albañilería. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana. (2014). NTP 399.613 UNIDADES DE ALBAÑILERIA, 1 Edición. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana. (2014). NTP 400.012 AGREGADOS, 1 Edición. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana. (2014). NTP 400.019 AGREGADOS, 1 Edición. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75um (N° 200) por lavado en agregados. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana. (2014). NTP 400.021 SUELOS, 1 Edición. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. Lima, Perú.
- Nuevas Normas ISO Escuela Europea de Excelencia. (Sep 23, 2015). Adaptación a la nueva norma ISO 9001:2015, Dec, 2020, <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/>.
- OpenSource (2005 - 2020), Django, Dic, 2019, <https://www.djangoproject.com/>.
- OpenSource (2020), jQuery CDN – Latest Stable Versions, Dic, 2019.
- OpenSource (2020), Material Design for Bootstrap, Dic, 2019, <https://mdbootstrap.com/>.
- Purizaca, Juan. (2020). Evaluación y analisis comparativo entre los ensayos de densidad maxima por medio de una mesa vibratoria y el ensayo de compactación mecánica.
- Quintos A. (9 may. 2015), Base de Datos - Ventajas e inconvenientes de los sistemas de bases de datos, Dic, 2019, <https://sites.google.com/site/basededatosrelacionales/home/contenido/subtema-1/ventajas-e-inconvenientes-de-los-sistemas-de-bases-de-datos>.
- Ramirez, Mayra. (2018). Influencia del tiempo de exposición al agua en la resistencia a la compresión ( $f'_m$ ) de prismas de albañilería fabricados con ladrillos artesanales e industriales de arcilla en la ciudad de Arequipa.
- Rondón, Paúl. (2018). Análisis y comparación de diferentes métodos de curado para elaborar concreto con resistencia  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Arequipa.



TURMERO I. (Enero, 2016). Actualización de los manuales de normas y procedimientos de la subgerencia de gestión y desarrollo de capital humano, Dec, 2020, <https://www.monografias.com/trabajos-pdf5/actualizacion-manuales-normas-procedimientos/actualizacion-manuales-normas-procedimientos.shtml>.


Yorlenis, Álvaro. (Mayo, 2018). Comparación de la resistencia de comprensión en maderas nativas.



ANEXOS

1. Caracterización del proceso de gestión de laboratorios sector académico de la EPIC

Tabla 19: Caracterización del proceso de gestión de laboratorios sector académico de la EPIC.



Caracterización del Proceso de Gestión de Laboratorios Sector Académico de la EPIC

C-IGL-001 / V01

26-05-2019

Tipo	Apoyo	Dueño del Proceso	Oficina de Coordinación del Laboratorio de la EPIC		
Propósito	Brindar el servicio de excelencia académica a nuestros alumnos consolidando su formación integral a través de la práctica mediante el análisis, reflexión y crítica de los ensayos realizados en el laboratorio, garantizando el trabajo individual y grupal en la ejecución de la práctica, así mismo asegurar que la información del Sector Académico se encuentre documentada, controlada y disponible en los puntos de uso o consulta.	Alcance	Desde el control del Cronograma de Practicas de los Laboratorios, hasta la documentación requerida para la recepción y control de Materiales, Equipos e Insumos.		
Requisitos Normativos	* Norma Internacional ISO 9001-2015 * Ley Universitaria Nro. 30220 * Estatuto de la UCSM * Norma Técnica Peruana de Concreto y Agregados * Norma Técnica Peruana de Suelos * Norma Técnica Peruana de Materiales de Construcción				

Proveedor	Entradas	Actividad	Control del Riesgo	Salidas	Receptor
Jefe de Prácticas de Laboratorio.	* Cronograma de actividades de prácticas. * Guías de práctica. * Solicitud de mantenimiento y/o calibración o adquisición de equipos para el desarrollo de la práctica.	Recepción de requerimientos del curso de laboratorio.	(1) Participación consciente de los involucrados. (2) Información completa de la práctica. (*) Trazabilidad de la muestra.	Informe de la práctica.	* Alumnos * Jefe de Prácticas de Laboratorio
* Oficina Técnica Laboratorios	* Registro de equipos menores, herramientas, materiales y cantidad de ensayos solicitados.	Entrega de equipos menores, herramientas y materiales.	(3) Verificación del mantenimiento y buen estado de los equipos. (4) Control de la lista de requerimientos de las prácticas. (*) Trazabilidad de la muestra.	* Registro de equipos, materiales y herramientas de los ensayos realizados. * Atención al requerimiento del jefe de prácticas de laboratorio.	* Alumnos * Jefe de Prácticas de Laboratorio
* Alumnos * Jefe de Prácticas de Laboratorio (Docente)	* Solicitud de ensayos requeridos * Formatos de ensayos para almacenamiento de datos	Ejecución de la práctica y registro de resultados en los formatos respectivos del ensayo, y devolución de equipos menores y/o herramientas.	(5) Instruir, controlar y supervisar a los alumnos durante la práctica el buen uso y conservación de los equipos. (6) Introducción de datos claros y precisos para la práctica. (7) Orden , limpieza y delimitación en zona de trabajo. (*) Trazabilidad de la muestra.	Gráficas y resultados de los diferentes ensayos de laboratorio.	* Alumnos * Jefe de Prácticas de Laboratorio
Oficina Técnica Laboratorios	* Gráficas y resultados de los diferentes ensayos de laboratorio. * Registro de equipos, materiales y herramientas de los ensayos realizados.	Procesamiento de datos	(8) Capacitación del personal (9) Normatividad vigente (10) Mantenimiento periódico del software y respaldo de la base de datos (*) Trazabilidad de la muestra	* Registros de usuarios, equipos, materiales, tiempo y costos utilizados. * Estadísticas Generales	* Coordinación Laboratorios * Oficina Técnica Laboratorios * Jefe de Prácticas de Laboratorio

Indicador(es)	Ver: " Indicadores en la tabla N° X	Riesgos del Proceso	(1) Falta de responsabilidad durante el desarrollo de la práctica (2) Información insuficiente o aplicación de método inadecuado (3) Entrega de equipos y herramientas en mal estado (4) Falta de materiales para la realización de la práctica (5) Manejo inadecuado de equipos o aplicación de método inadecuado (6) Llenado inadecuado de los formatos (7) Contaminación de la muestra (8) Falta de personal capacitado (9) Falta de normatividad vigente que respalde los ensayos (10) Caída del sistema, pérdida de información (*) Manipulación por terceros por falta de identificación de la muestra
Documentos Aplicados	* Programa de Distribución de Laboratorios * Programa de Mantenimiento de la UCSM * Manuales de Equipos de Laboratorio * Protocolos de Uso de Laboratorio	Registros	* Registro de requerimiento de laboratorio * Lista de distribución de materiales * Lista de requerimiento de materiales * Fomatos para ejecución de ensayos * Acta de entrega de materiales y equipo al docente * Acta de recepción de materiales y equipo del docente * Registro de incidentes

Fuente: Elaboración Propia



2. Caracterización del proceso de gestión de laboratorios sector tesista de la EPIC

Tabla 20: Caracterización del proceso de gestión de laboratorios sector tesista de la EPIC.



Caracterización del Proceso de Gestión de Laboratorios Sector Tesistas de la EPIC

C-IGL-002 / V01  
26-05-2019

Tipo	Apoyo	Dueño del Proceso	Oficina de Coordinación del Laboratorio de la EPIC y Tesista
Propósito	Facilitar instalaciones a los tesistas fomentando y desarrollando la investigación; así mismo certificando los procesos ejecutados en los proyectos de tesis trazados y asegurar que la información del Sector Tesistas se encuentre documentada, controlada y disponible en los puntos de uso o consulta. fomentando y desarrollando la investigación; así mismo certificando los procesos ejecutados en nuestro laboratorio bajo estándares de calidad”.	Alcance	Desde el control del Cronograma de Proyecto de Tesis aprobado, hasta la emisión de constancia de los Ensayos realizados por los tesistas.
Requisitos Normativos	* Norma Internacional ISO 9001-2015 * Ley Universitaria Nro. 30220 * Estatuto de la UCSM * Norma Técnica Peruana de Concreto y Agregados * Norma Técnica Peruana de Suelos * Norma Técnica Peruana de Materiales de Construcción		

Proveedor	Entradas	Actividad	Control del Riesgo	Salidas	Receptor
Tesista	* Copia del Plan de Tesis Aprobado * Formato 4, solicitud al Director de la EPIC para uso de los laboratorios * Cronograma de actividades * Carta de compromiso a finalizar su tesis según cronograma presentado * Información del proceso, área y ensayos a realizar * Relación de equipos y materiales propios y solicitados	Análisis de la propuesta de tesis y recepción de requerimientos de equipos, herramientas, materiales y área de trabajo.	(1) Verificar si las instalaciones cuentan con lo solicitado por el tesista. (2) Control y documentación de ensayos realizados por el Tesista. (*) Trazabilidad de la muestra.	* Visto bueno para la ejecución, registro y control del proyecto de tesis. * Formato de solicitud de ensayos requeridos. * Espacio físico asignado.	* Administración Laboratorios * Oficina Técnica Laboratorios * Coordinación Laboratorios
Oficina Técnica Laboratorios	* Registro de equipos menores, herramientas y cantidad de ensayos solicitados. * Ingreso de materiales y equipos propios. * Ingresar semanalmente y/o quincenal la cantidad de materiales necesarios para realizar los ensayos.	Entrega de equipos menores, herramientas.	(3) Verificación del mantenimiento y buen estado de los equipos. (4) Control de la lista de requerimientos de los ensayos para evitar la superposición con la jornada académica. (*) Trazabilidad de la muestra.	Registro de equipos, herramientas y materiales de los ensayos realizados.	* Tesista * Oficina Técnica Laboratorios
Tesista	* Formato de solicitud de ensayos requeridos. * Formatos de ensayos para almacenamiento de datos. * Ingreso de materiales y equipos propios.	Ejecución del ensayo, registro de resultados en los formatos respectivos y devolución de equipos menores y herramientas.	(5) Supervisión del desarrollo del ensayo por el asesor o la oficina técnica. (6) Registro de datos claros y precisos. (7) Al termino de la jornada de trabajo se verificará orden , limpieza y delimitación en zona de trabajo. (*) Trazabilidad de la muestra.	* Gráficas y resultados de los diferentes ensayos de laboratorio.	* Tesista * Oficina Técnica Laboratorios * Coordinación Laboratorios * Asesor
Oficina Técnica Laboratorios	* Gráficas y resultados de los diferentes ensayos de laboratorio. * Registro de equipos, herramientas y materiales de los ensayos realizados.	Procesamiento de datos.	(8) Capacitación del personal. (9) Normatividad vigente. (10) Mantenimiento periódico del software y respaldo de la base de datos. (*) Trazabilidad de la muestra.	* Registros de usuarios, equipos, herramientas, materiales, tiempo y costos utilizados. * Estadísticas Generales. * Valorización de ensayos realizados.	* Tesista * Coordinación Laboratorios * Asesor
Tesista	* Pago de derechos de uso por los ensayos realizados, equipos y herramientas utilizados. * Valorización de ensayos realizados. * Retiro del equipo y materiales propios del Tesista. * Copia de los resultados que se obtengan en los diferentes ensayos que realizan	Procesamiento y verificación el pago de derechos de uso de laboratorio.	(11) Verificación del registro de equipos y herramientas de los ensayos realizados. (12) Verificación del pago. (13) Verificación del espacio físico asignado completamente limpio de escombros y/o sobrantes de materiales propios. (*) Trazabilidad de la muestra.	* Constancia de los ensayos realizados	* Tesista * Oficina Técnica Laboratorios


Indicador(es)	Ver: " Indicadores en la tabla N° X	Riesgos del Proceso	(1) Desabastecimiento del laboratorio de la EPIC (2) Falta de seguimiento del desarrollo de los ensayos (3) Entrega de equipos y herramientas en mal estado (4) Falta de materiales para la realización de la práctica (5) Manejo inadecuado de equipos o aplicación de método inadecuado (6) Llenado inadecuado de los formatos (7) Contaminación de muestra (8) Falta de personal capacitado (9) Falta de documentación actualizada que respalde los ensayos (10) Caída del sistema, pérdida de información (11) Incorrecto registro de uso de laboratorios (12) Error de pago (13) Espacio físico en malas condiciones (*) Manipulación por terceros por falta de identificación de la muestra
Documentos Aplicados	* Programa de Distribución de Laboratorios * Programa de Mantenimiento de la UCSM * Manuales de Equipos de Laboratorio * Protocolos de Uso de Laboratorio	Registros	* Registro de requerimiento de laboratorio * Lista de distribución de materiales * Lista de requerimiento de materiales * Fomatos para ejecución de ensayos * Acta de entrega de materiales y equipo al tesista * Acta de recepción de materiales y equipo del tesista * Registro de incidentes

Fuente: Elaboración Propia



3. Caracterización del proceso de gestión de laboratorios sector servicios a terceros de la EPIC

Tabla 21: Caracterización del proceso de gestión de laboratorios sector servicios a terceros de la EPIC.



Caracterización del Proceso de Gestión de Laboratorios Sector Servicios a Terceros de la EPIC

C-IGL-003 / V01

26-05-2019

Tipo	Apoyo	Dueño del Proceso	Oficina de Coordinación y Oficina Técnica del Laboratorio de la EPIC		
Propósito	Brindar un servicio al sector de la construcción con los estándares de calidad vigentes e instalaciones apropiadas para el desarrollo de los ensayos y asegurar que la información se encuentre documentada, controlada y disponible en los puntos de uso o consulta	Alcance	Desde la cotización base de los ensayos a realizar hasta la entrega de certificados virtual o en físico.		
Requisitos Normativos	* Norma Internacional ISO 9001-2015 * Ley Universitaria Nro. 30220 * Estatuto de la UCSM * Norma Técnica Peruana de Concreto y Agregados * Norma Técnica Peruana de Suelos * Norma Técnica Peruana de Materiales de Construcción				

Proveedor	Entradas	Actividad	Control del Riesgo	Salidas	Receptor
Cliente Externo	* Información básica de la empresa, cliente. * Información básica de los ensayos a realizar.* Información básica de la empresa, cliente. * Tarifario interno.	Dimensionamiento del servicio	(1) Evaluación adecuada del servicio, basado en las capacidades e instalaciones y tarifario interno. (*) Trazabilidad de la muestra.	* Formato de solicitud de ensayos requeridos. * Visto bueno del experto.	* Administración. * Oficina Técnica Laboratorios
Cliente Externo	* Comprobante del pago por servicios prestados. * Orden de servicio para la realización de los ensayos. * Formato de solicitud de ensayos requeridos.	Obtención de la muestra	(2) Seguimiento de pago (3) Clasificación de clientes (*) Trazabilidad de la muestra	* Facturación. * Orden de servicio.	-
Oficina Técnica Laboratorios	* Formatos de ensayos para almacenamiento de datos. * Facturación. * Orden de servicio.	Ejecución del ensayo, registro de resultados en los formatos respectivos	(4) Capacitación del personal (5) Introducción de datos claros y precisos (6) Calibración de los equipos (*) Trazabilidad de la muestra	* Registros de muestras en el laboratorio o en campo.	Oficina Técnica Laboratorios
Oficina Técnica Laboratorios	* Registros de muestras en el laboratorio o en campo.	Procesamiento de datos	(7) Normatividad vigente (8) Mantenimiento periódico del software y la base de datos (*) Trazabilidad de la muestra	* Graficas y resutados de los diferentes ensayos realizados. * Registros de usuarios, equipos, herramientas, materiales, tiempo y costos utilizados. * Estadísticas Generales * Valorización y estado del proceso	* Coordinación Laboratorios * Oficina Técnica Laboratorios
Oficina Técnica Laboratorios	* Facturación o orden de servicio. * Valorización y estado del proceso.	Aprobación de certificados	(9) Verificación del pago (10) Verificar la orden de servicio (*) Trazabilidad de la muestra	* Certificados impresos	* Coordinación Laboratorios
Coordinación Laboratorios	* Certificados impresos	Firma de los certificados	(11) Verificar la valorización y estado del proceso y pago (*) Trazabilidad de la muestra	* Certificados recepcionados	* Administración. * Oficina Técnica Laboratorios
* Administración Laboratorios * Oficina Técnica Laboratorios	Impresión de certificados.	Emitir certificados culminados y/o con orden de servicio vigente	(12) Verificación de la identidad del cliente (DNI) y/o empresa que representa (13) Valorización firmada de entrega periódica por orden de servicio (*) Trazabilidad de la muestra	Entrega física o virtual de certificados	Cliente Externo

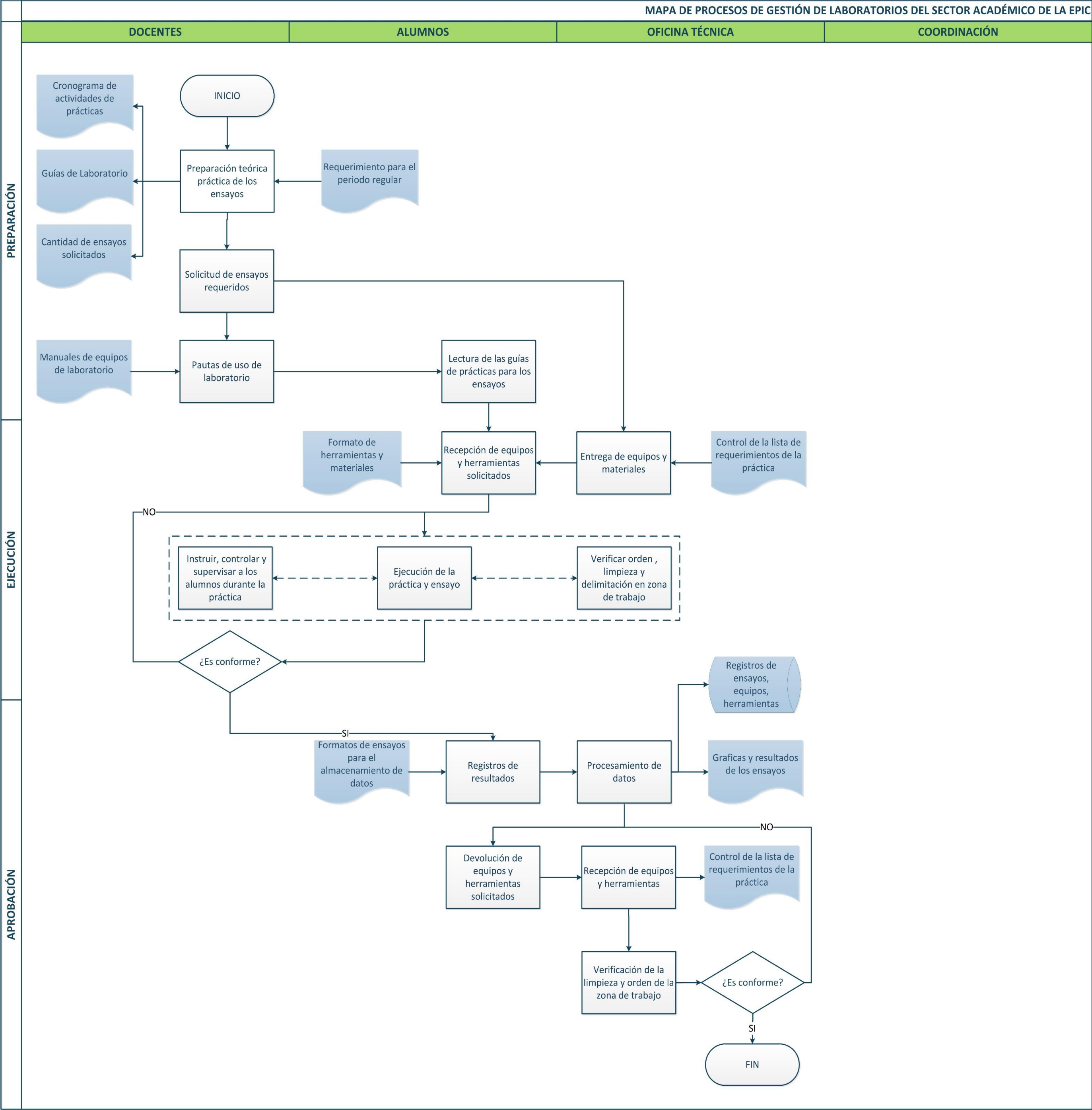
Indicador(es)	Ver: " Indicadores en la tabla N° X	Riesgos del Proceso	(1) Sobre o sub estimación de cotización del servicio (2) Generación de deuda acumulada (3) Clientes morosos o poco frecuentes (4) Falta de personal capacitado (5) Llenado inadecuado de los formatos de ensayos (6) Error en las medidas (7) Falta de documentación interna actualizada y/o NTPs vigentes (8) Caída del sistema, pérdida de información (9) Servicio atrasado en la ejecución o en el pago de servicios (10) Error en la identificación del pago (11) Orden de servicio atrasado en pago o ejecución (12) Error en la entrega de certificados al cliente (13) Inconformidad de ensayos requeridos (*) Manipulación por terceros por falta de identificación de la muestra
Documentos Aplicados	* Programa de Distribución de Laboratorios. * Programa de Mantenimiento de la UCSM. * Protocolo de Toma de Muestras en el Campo. * Protocolo de Recepción de Muestras en el Laboratorio. * Manuales de Equipos de Laboratorio. * Protocolos de Uso de Laboratorio.	Registros	* Registro de Requerimiento de Laboratorio * Lista de Distribución de Materiales * Lista de requerimiento de Materiales * Registro de clientes categorizados * Registro de materiales y equipos utilizados * Registro de incidentes

Fuente: Elaboración Propia



4. Mapa de procesos de gestión de laboratorios del sector académico de la EPIC

Gráfico 31: Mapa de procesos de gestión de laboratorios del sector académico de la EPIC.

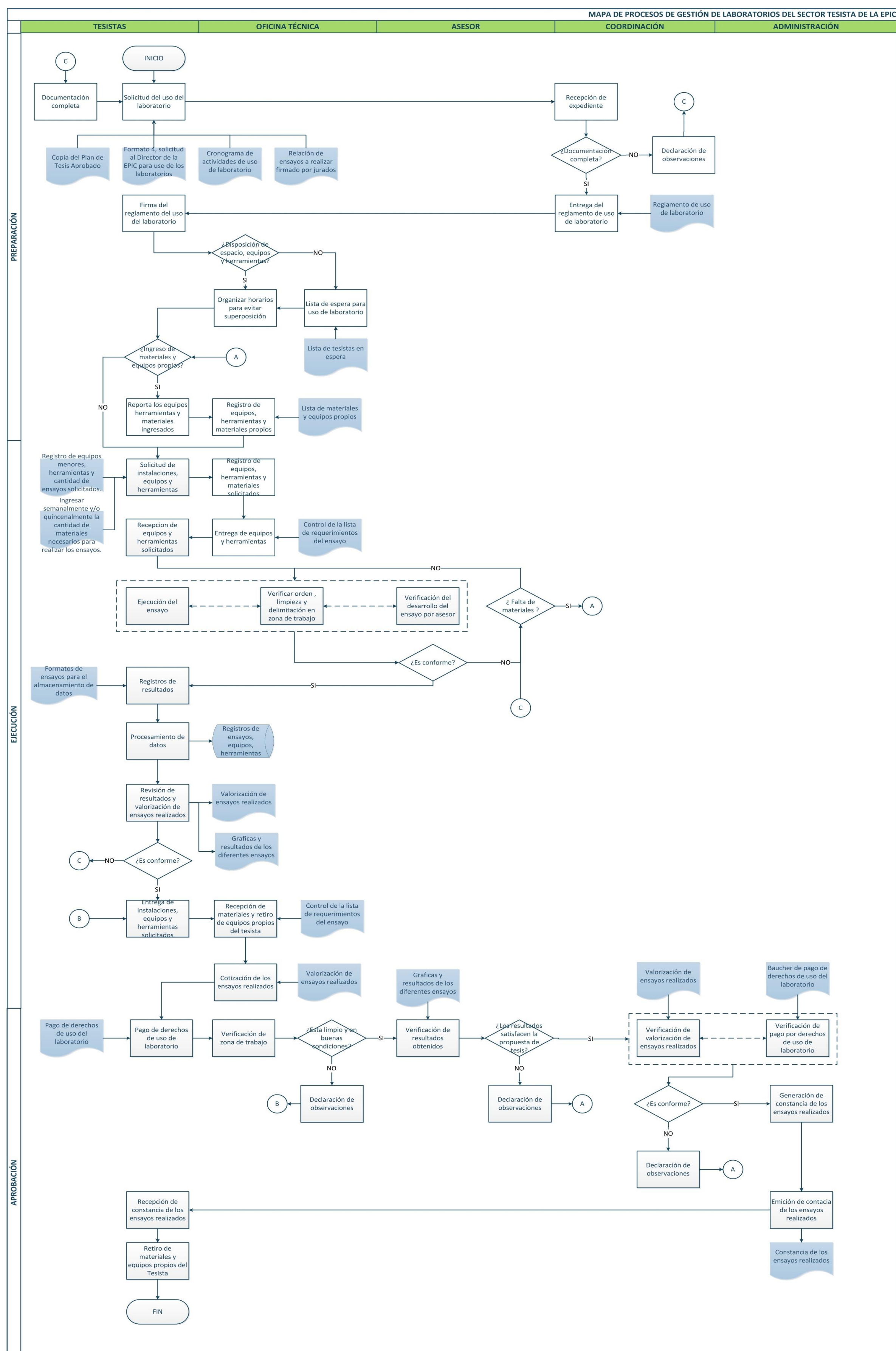


Fuente: Elaboración Propia



## 5. Mapa de procesos de gestión de laboratorios del sector tesistas de la EPIC

Gráfico 32: Mapa de procesos de gestión de laboratorios del sector testistas de la EPIC.

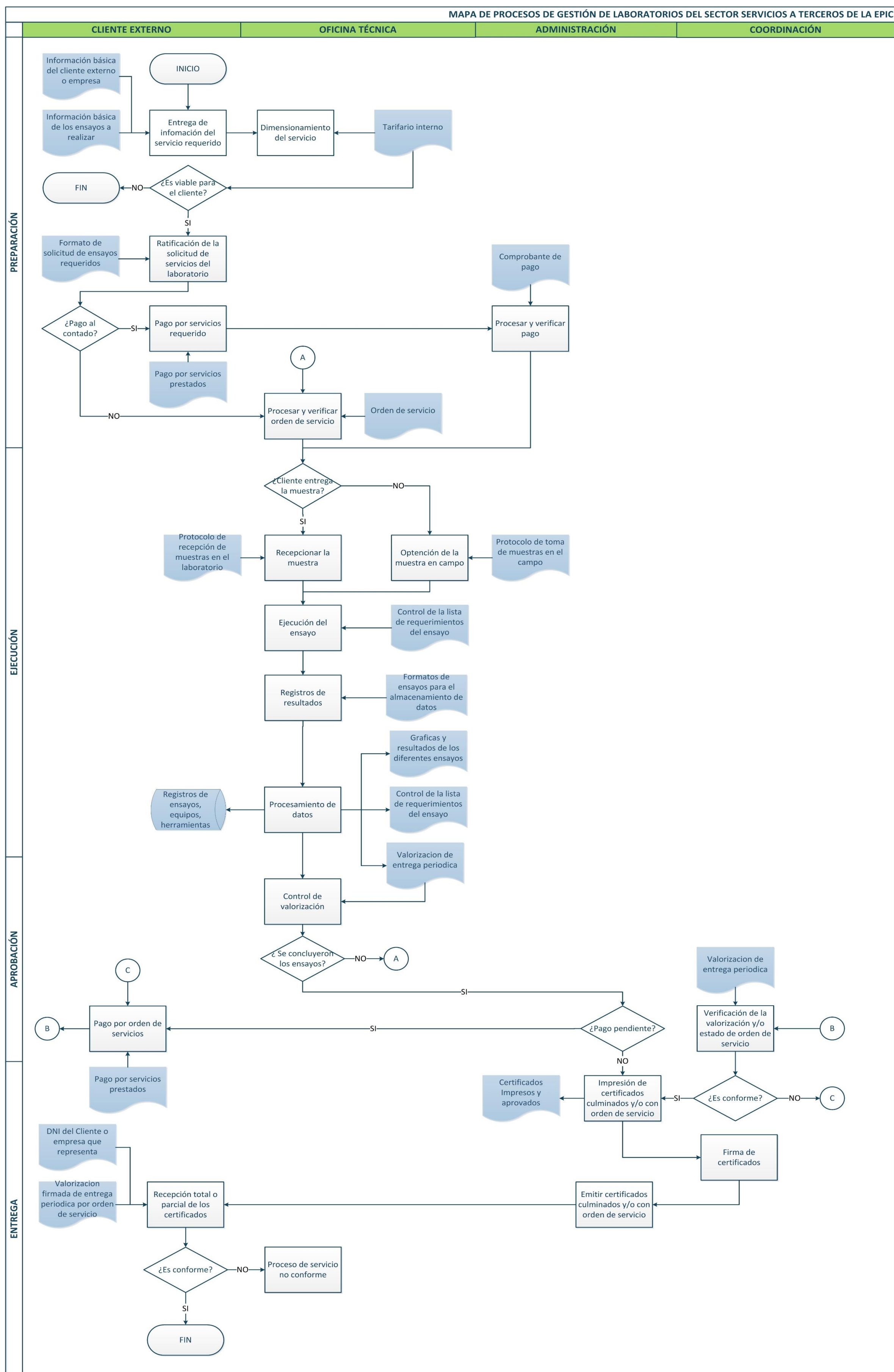


*Fuente: Elaboración Propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos  
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

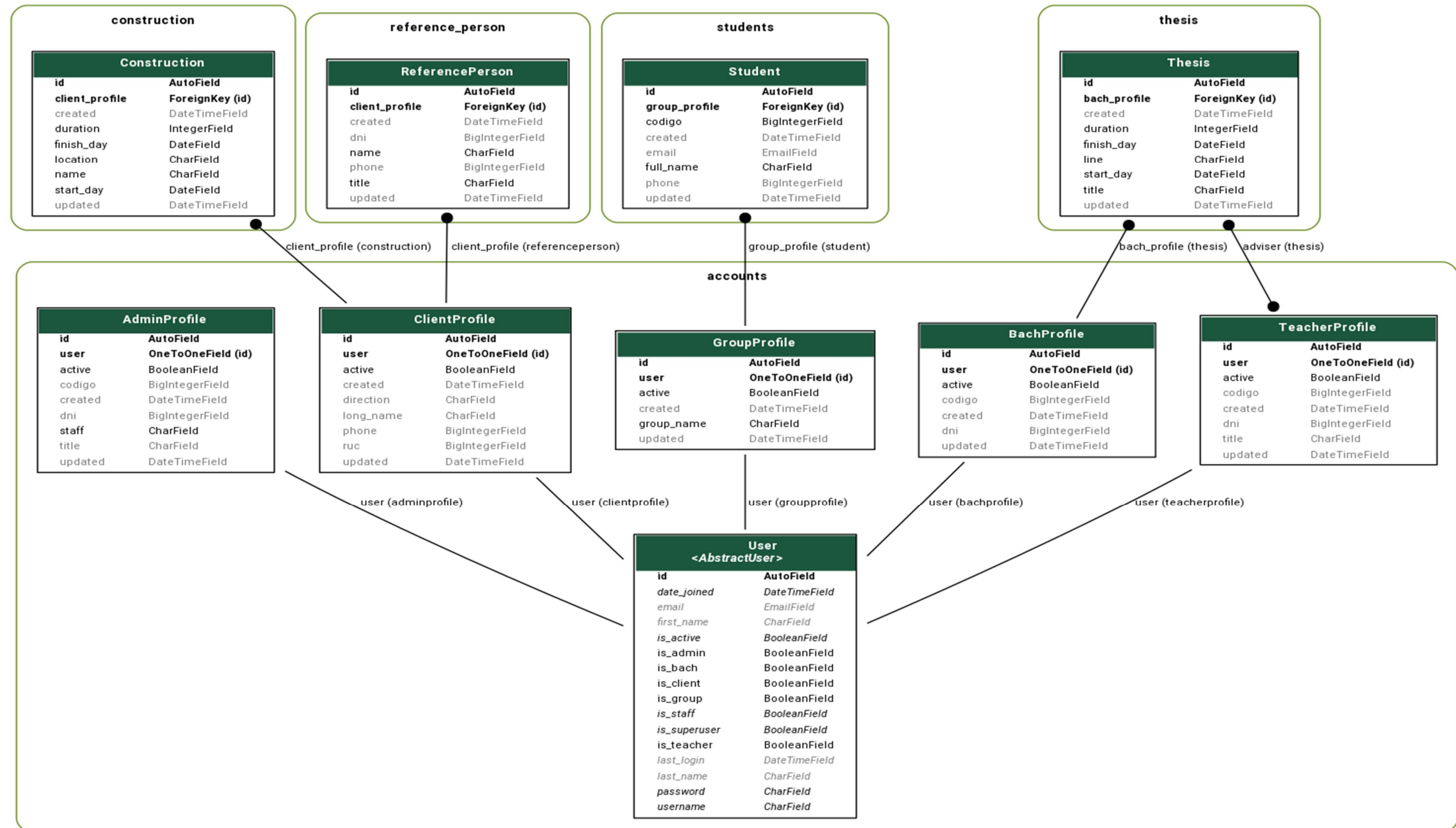
*Fuente: Elaboración Propia*





## 7. Modelo de relación de los usuarios del sistema

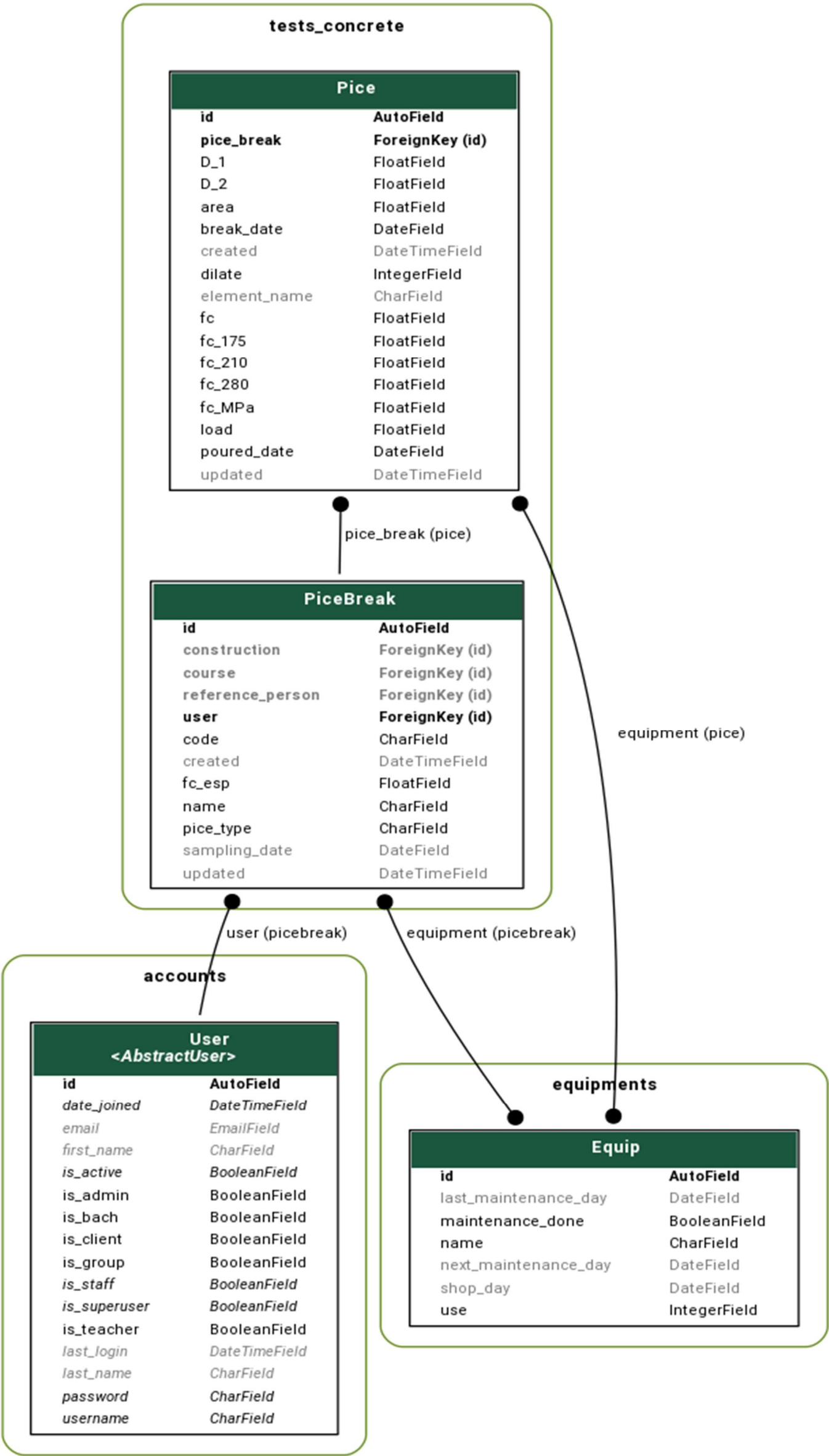
Gráfico 34: Modelo de relación de los usuarios del sistema (Administrador, Cliente, Grupo de estudiantes, Bachiller, Profesor).



Fuente: Elaboración Propia

8. Modelo de relación del ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras cilíndricas.

Gráfico 35: Modelo de relación del ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras cilíndricas.

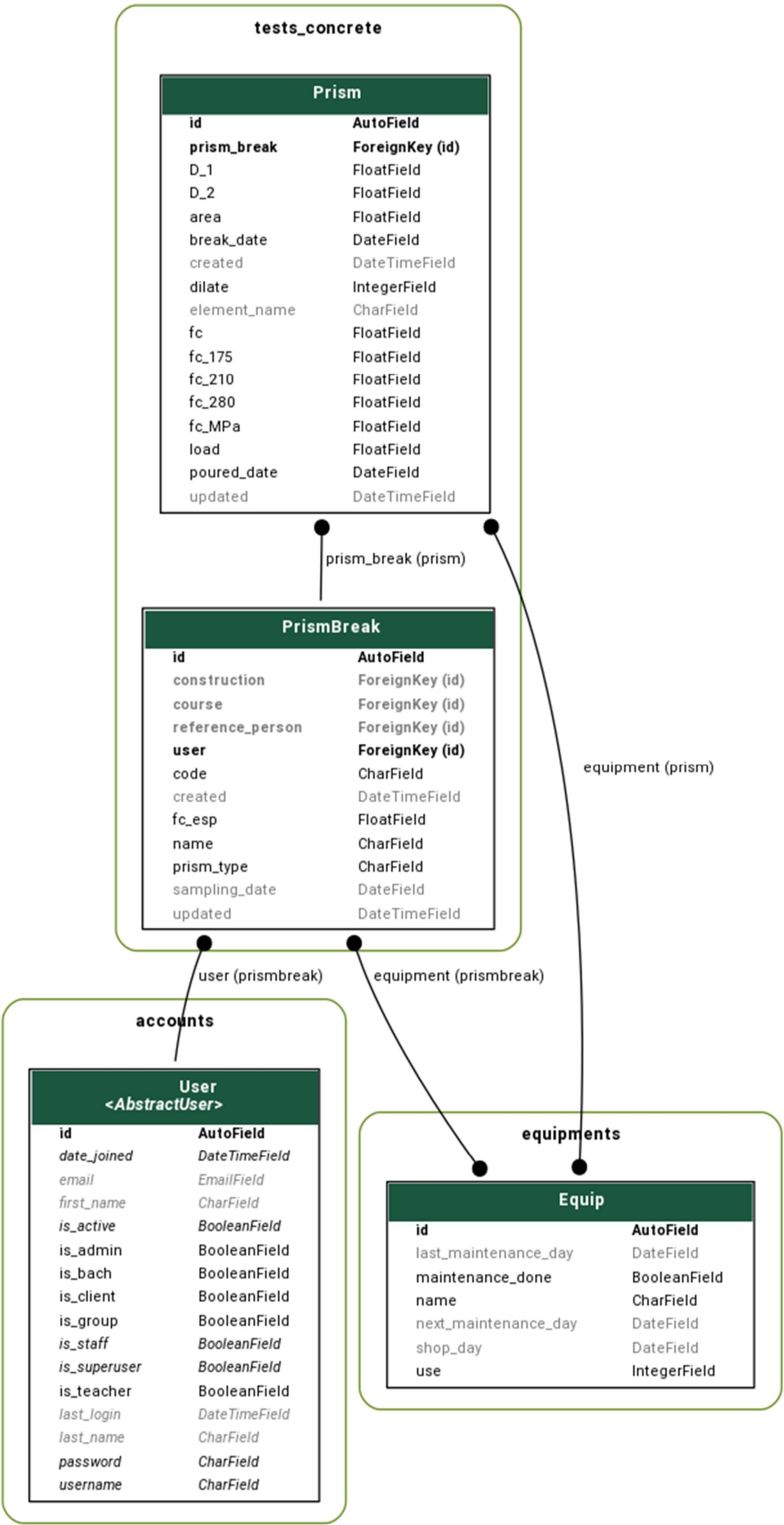


Fuente: Elaboración Propia



9. Modelo de relación ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras prismática

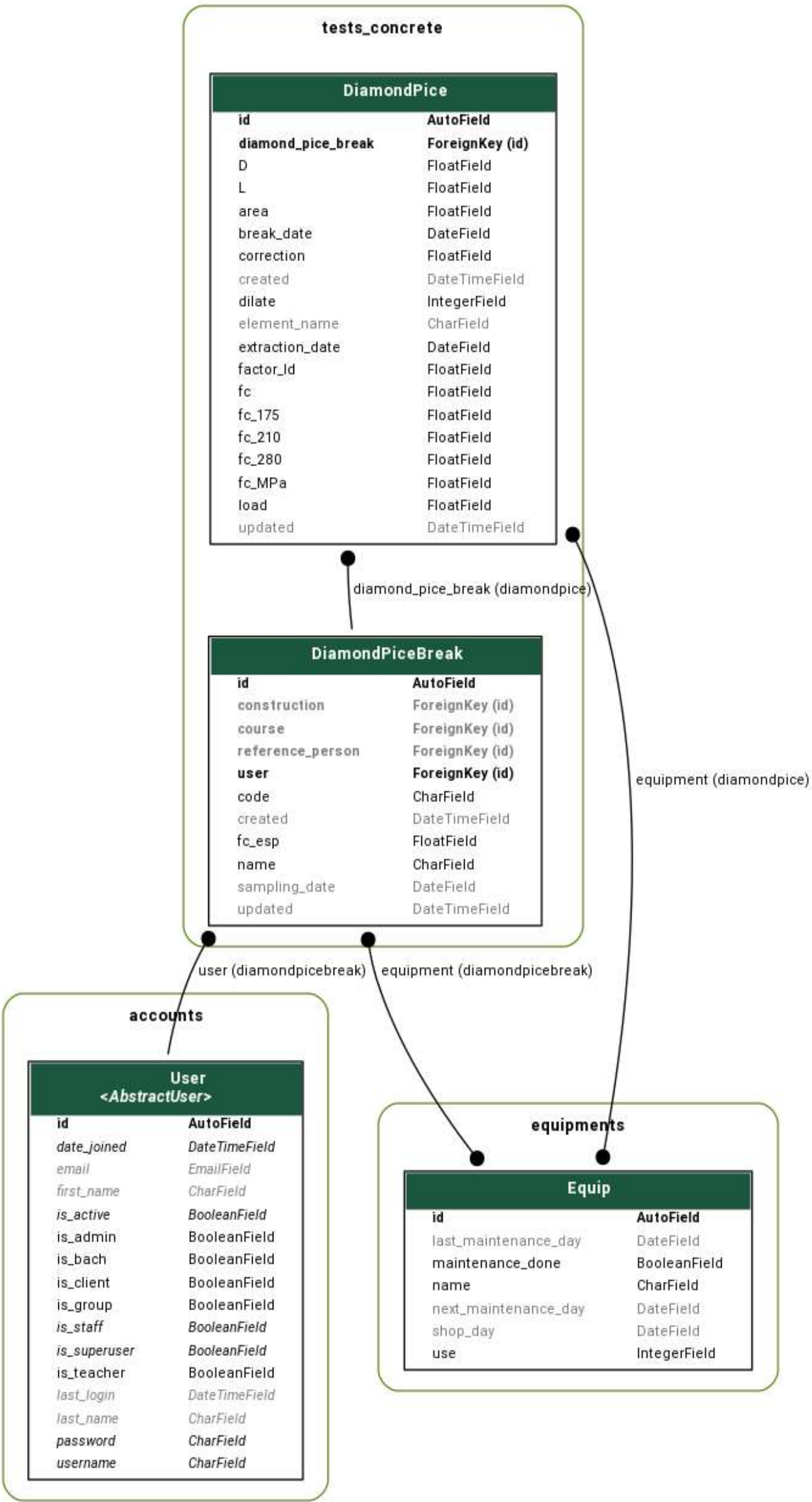
Gráfico 36: Modelo de relación ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras prismática.



Fuente: Elaboración Propia

10. Modelo de relación del ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos diamantinos en muestras cilíndricas

Gráfico 37: Modelo de relación del ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos diamantinos en muestras cilíndricas.

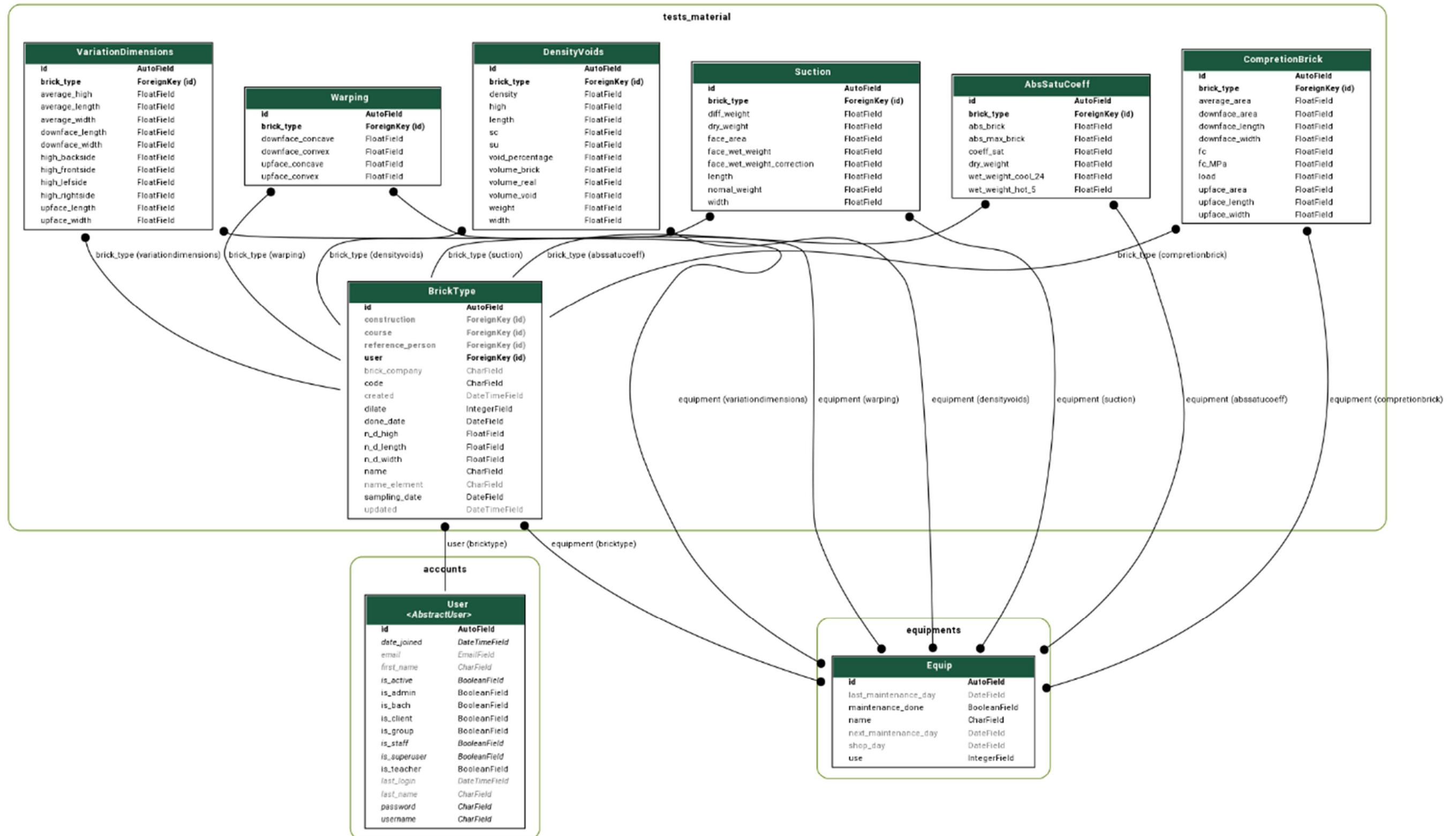


Fuente: Elaboración Propia



## 11. Modelo de relación para determinar las propiedades en unidades de albañilería

Gráfico 38: Modelo de relación para determinar las propiedades en unidades de albañilería.

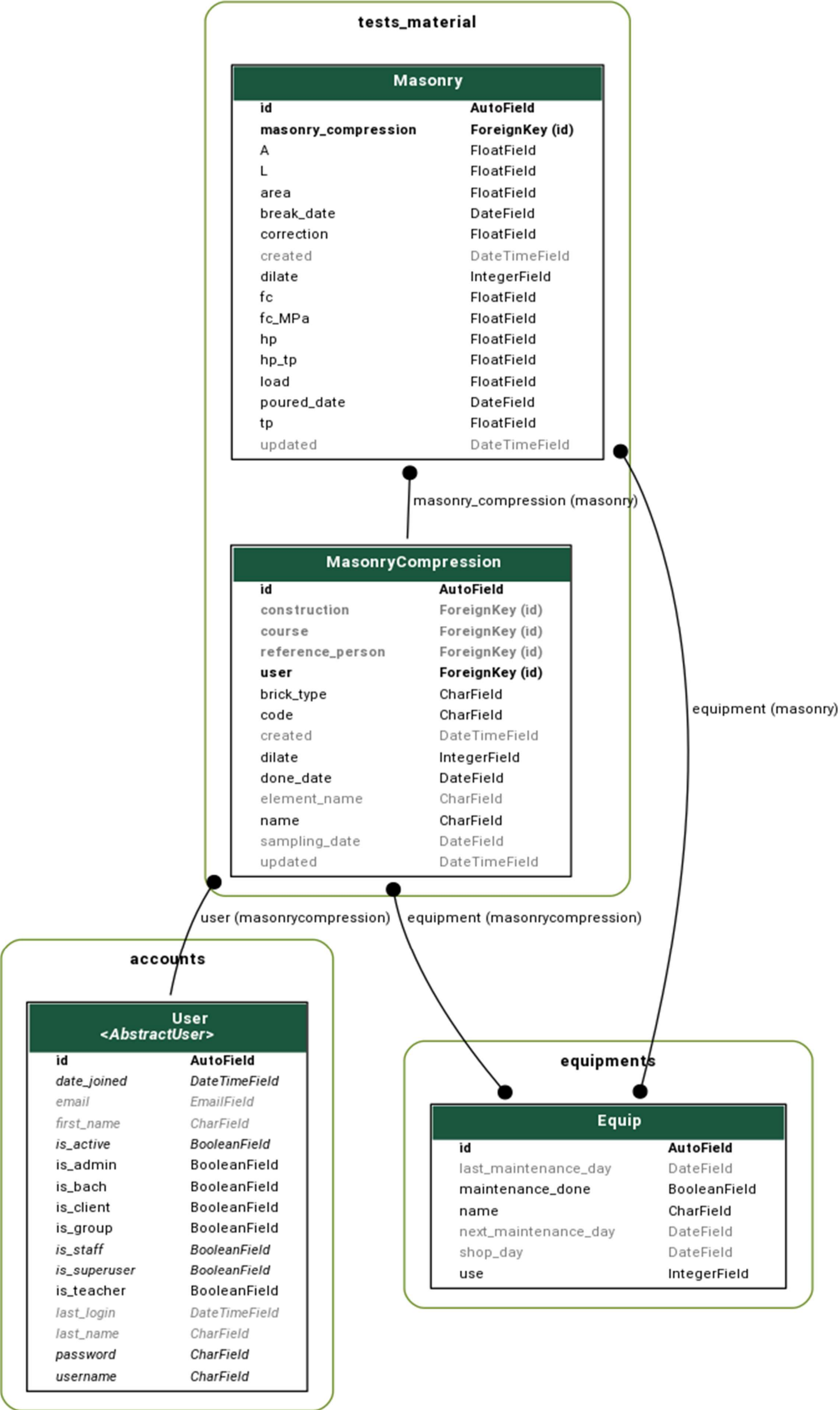


Fuente: Elaboración Propia



12. Modelo de relación para la determinación de la resistencia en compresión de pilas de albañilería

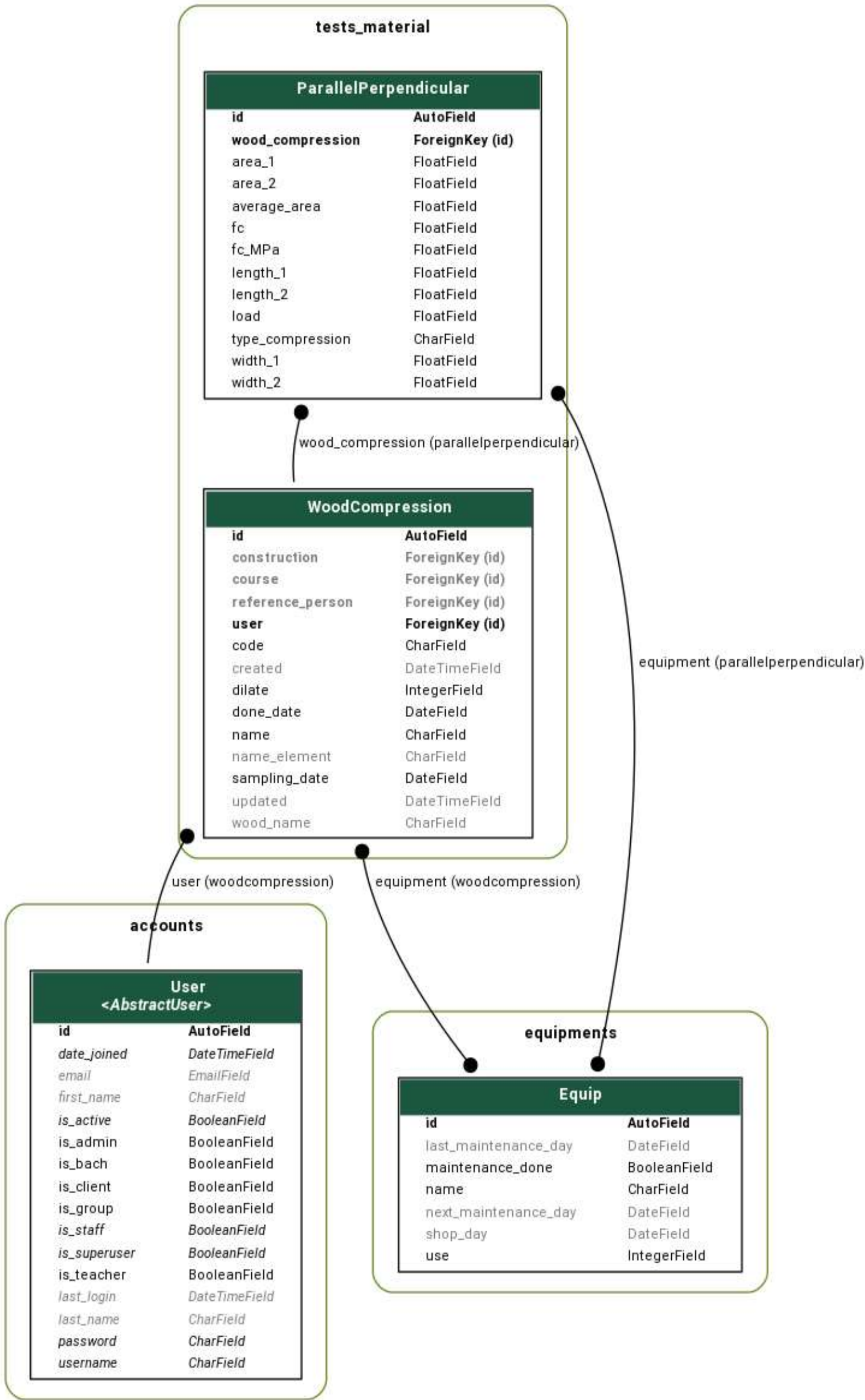
Gráfico 39: Modelo de relación para la determinación de la resistencia en compresión de pilas de albañilería.



Fuente: Elaboración Propia

13. Modelo de relación para determinar la compresión simple, perpendicular o paralela en madera

Gráfico 40: Modelo de relación para determinar la compresión simple, perpendicular o paralela en madera.

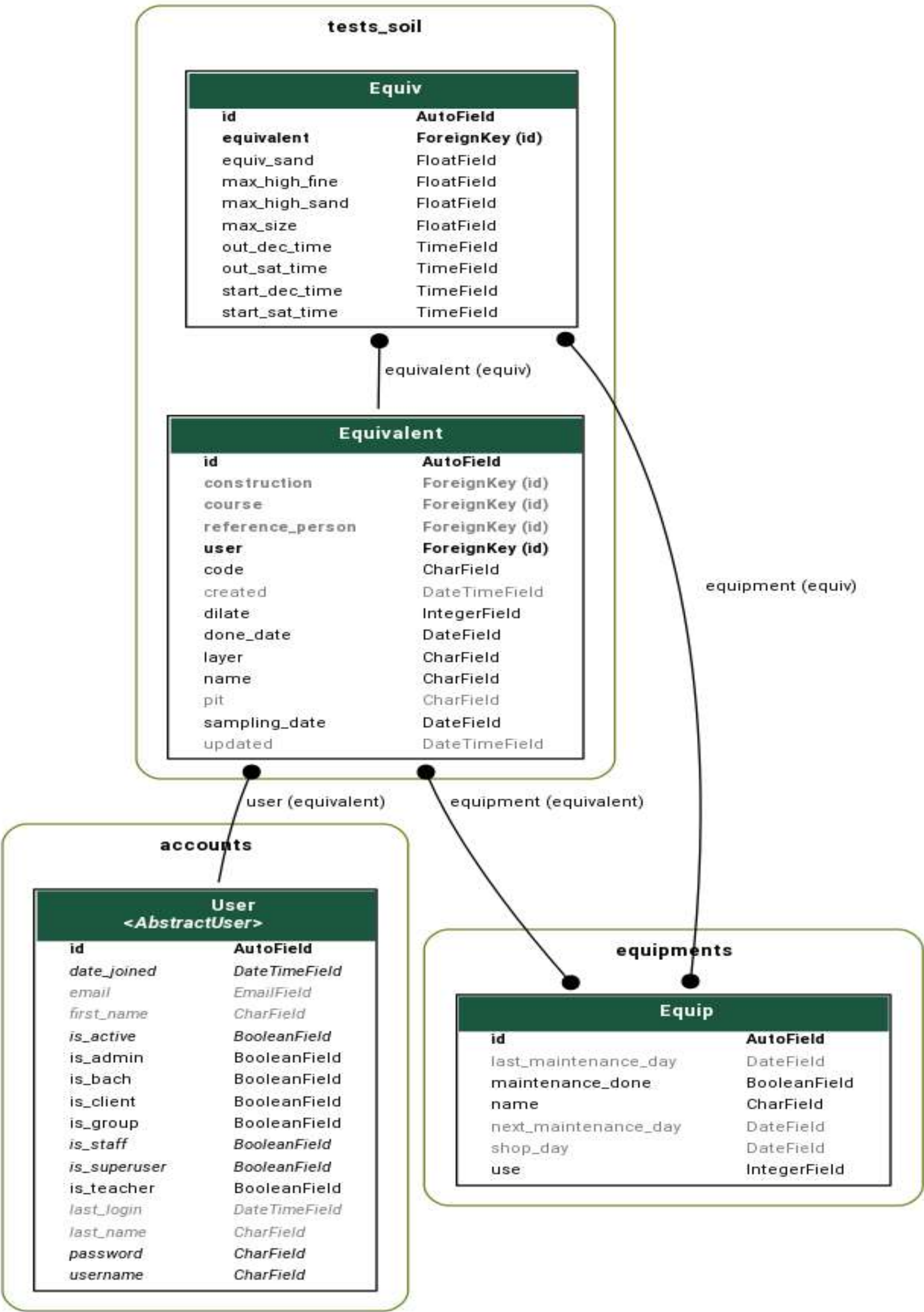


Fuente: Elaboración Propia



14. Modelo de relación del ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino

Gráfico 41: Modelo de relación del ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.

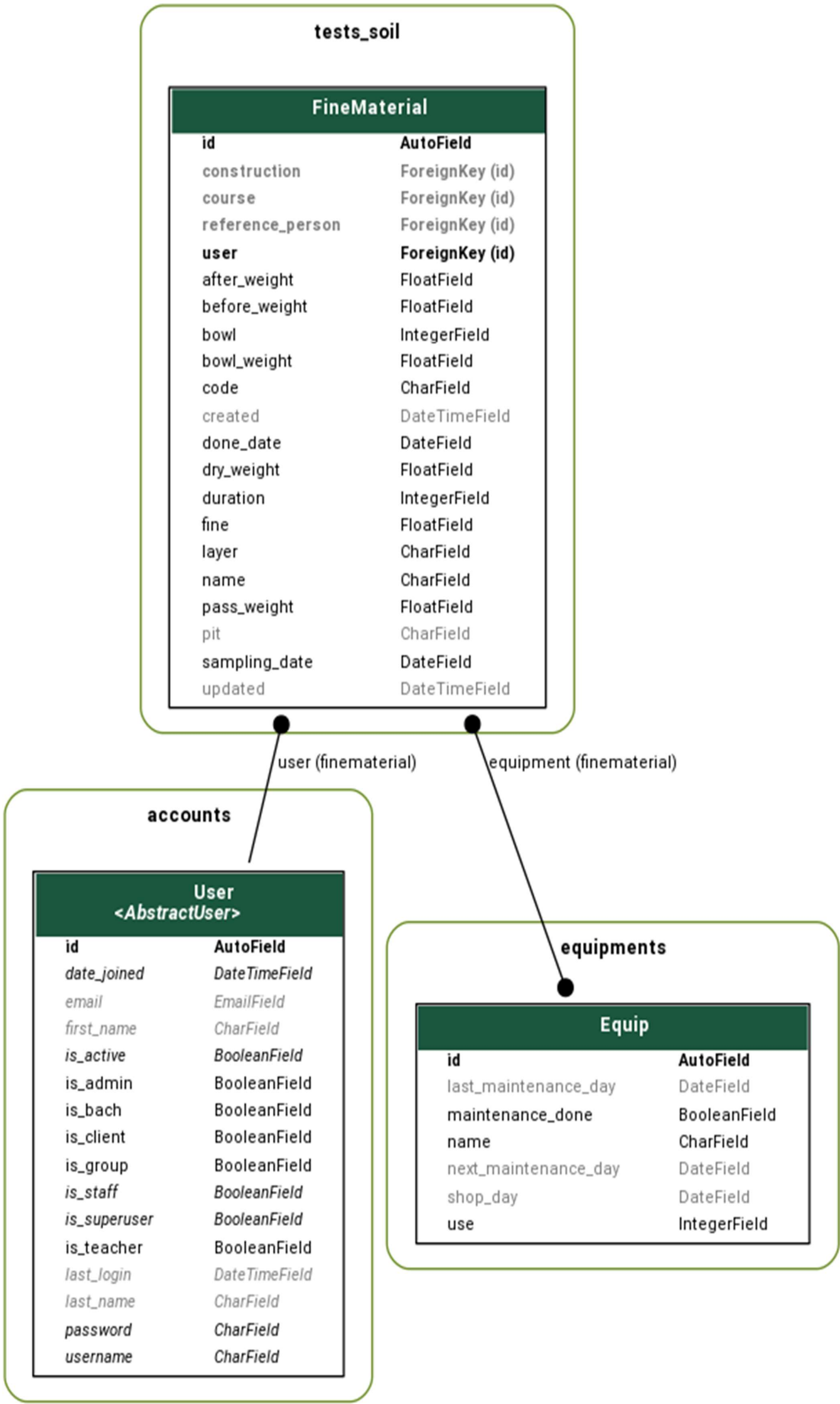


Fuente: Elaboración Propia



15. Modelo de relación para la determinación de material más fino que el tamiz 75µm (N. ° 200) en suelos

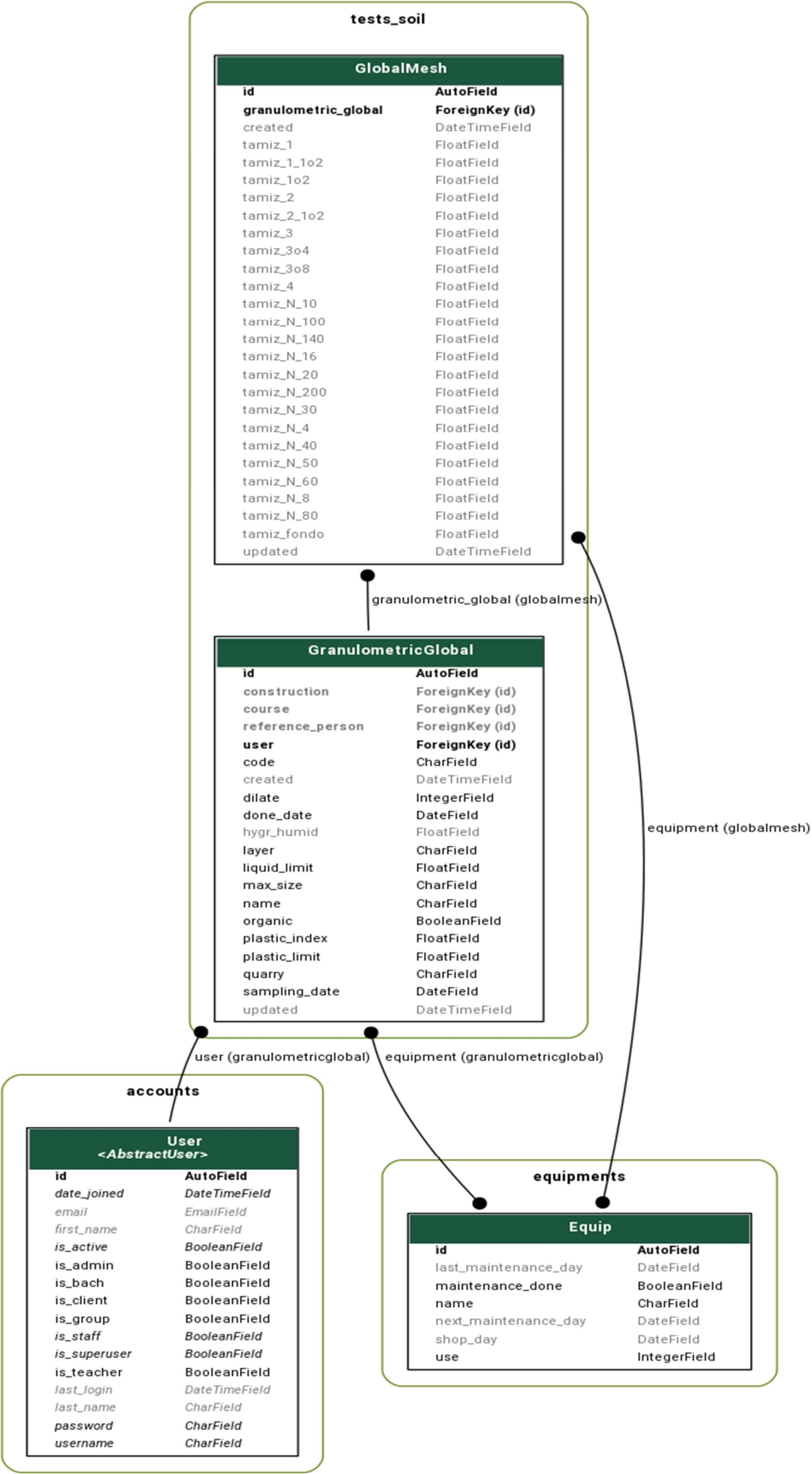
Gráfico 42: Modelo de relación para la determinación de material más fino que el tamiz 75µm (N. ° 200) en suelos.



Fuente: Elaboración Propia

16. Modelo de relación para la clasificación de suelos para fines de ingeniería y construcción de carreteras

Gráfico 43: Modelo de relación para la clasificación de suelos para fines de ingeniería y construcción de carreteras.

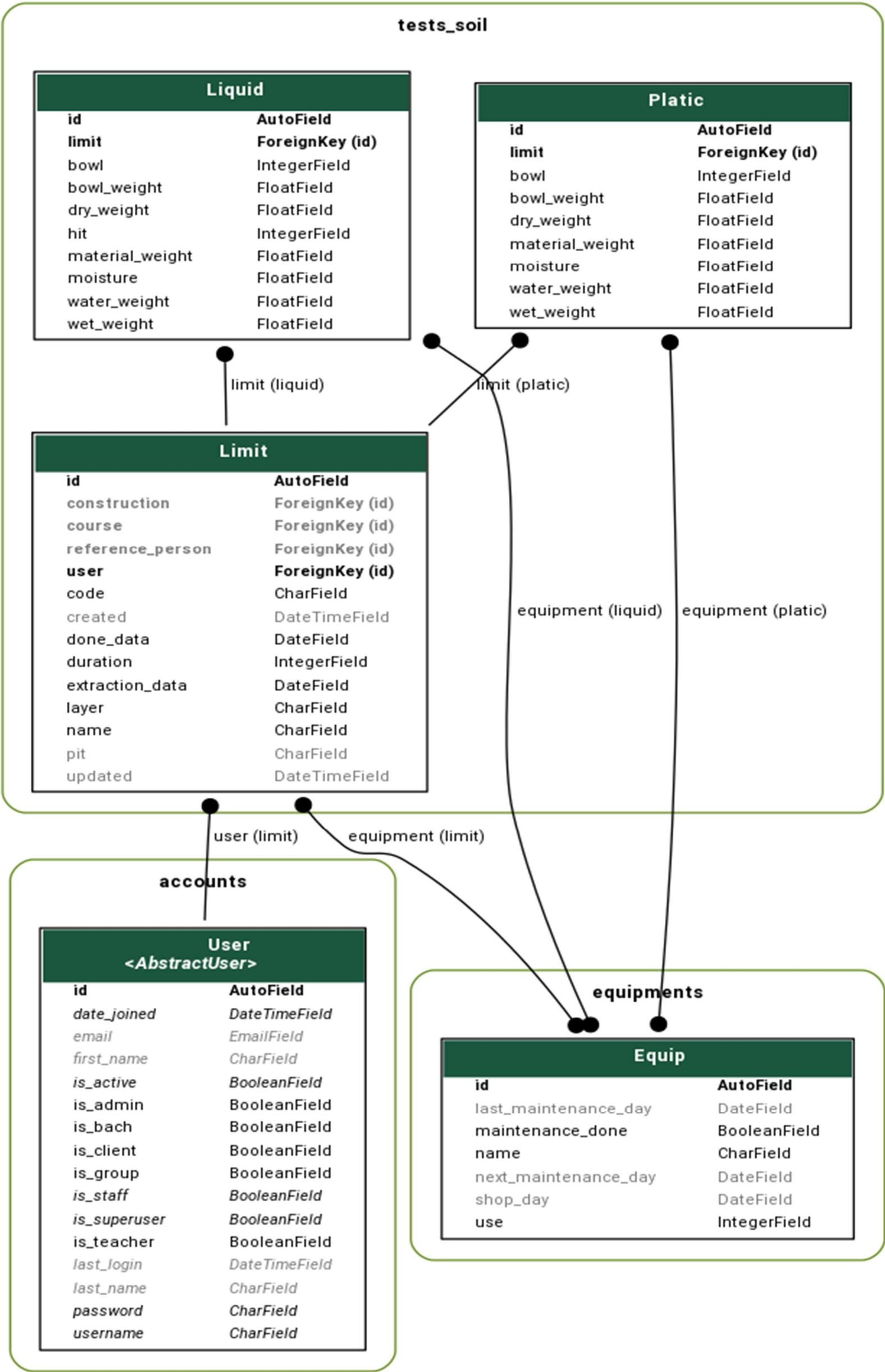


Fuente: Elaboración Propia



17. Modelo de relación para el ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos

Gráfico 44: Modelo de relación para el ensayo para determinar el limite liquido, límite plástico, e índice de plasticidad de los suelos.

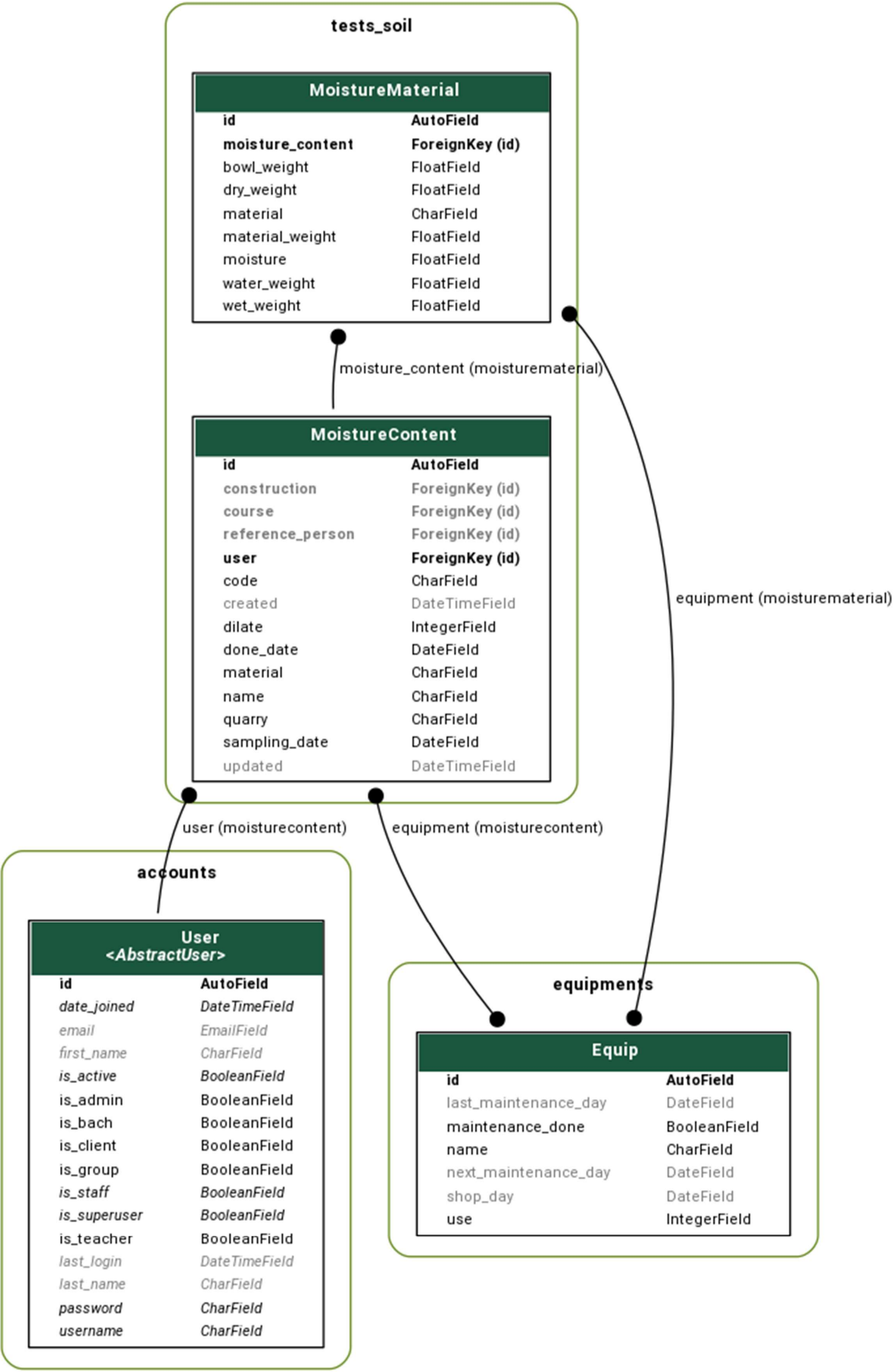


Fuente: Elaboración Propia



18. Modelo de relación para la determinación del contenido de humedad de un suelo.

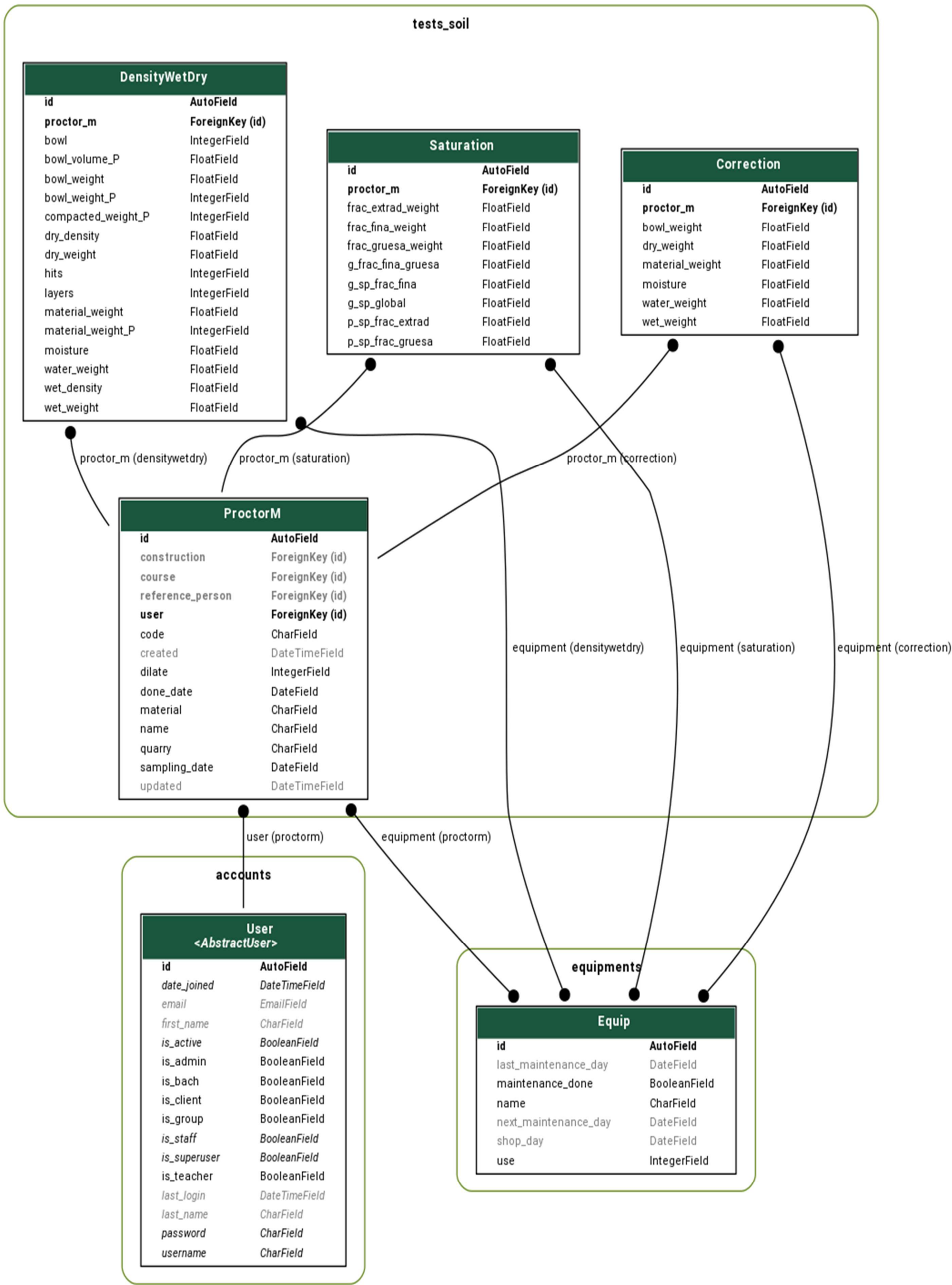
Gráfico 45: Modelo de relación para la determinación del contenido de humedad de un suelo.



Fuente: Elaboración Propia

19. Modelo de relación para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada – Proctor Modificado

Gráfico 46: Modelo de relación para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada – Proctor Modificado

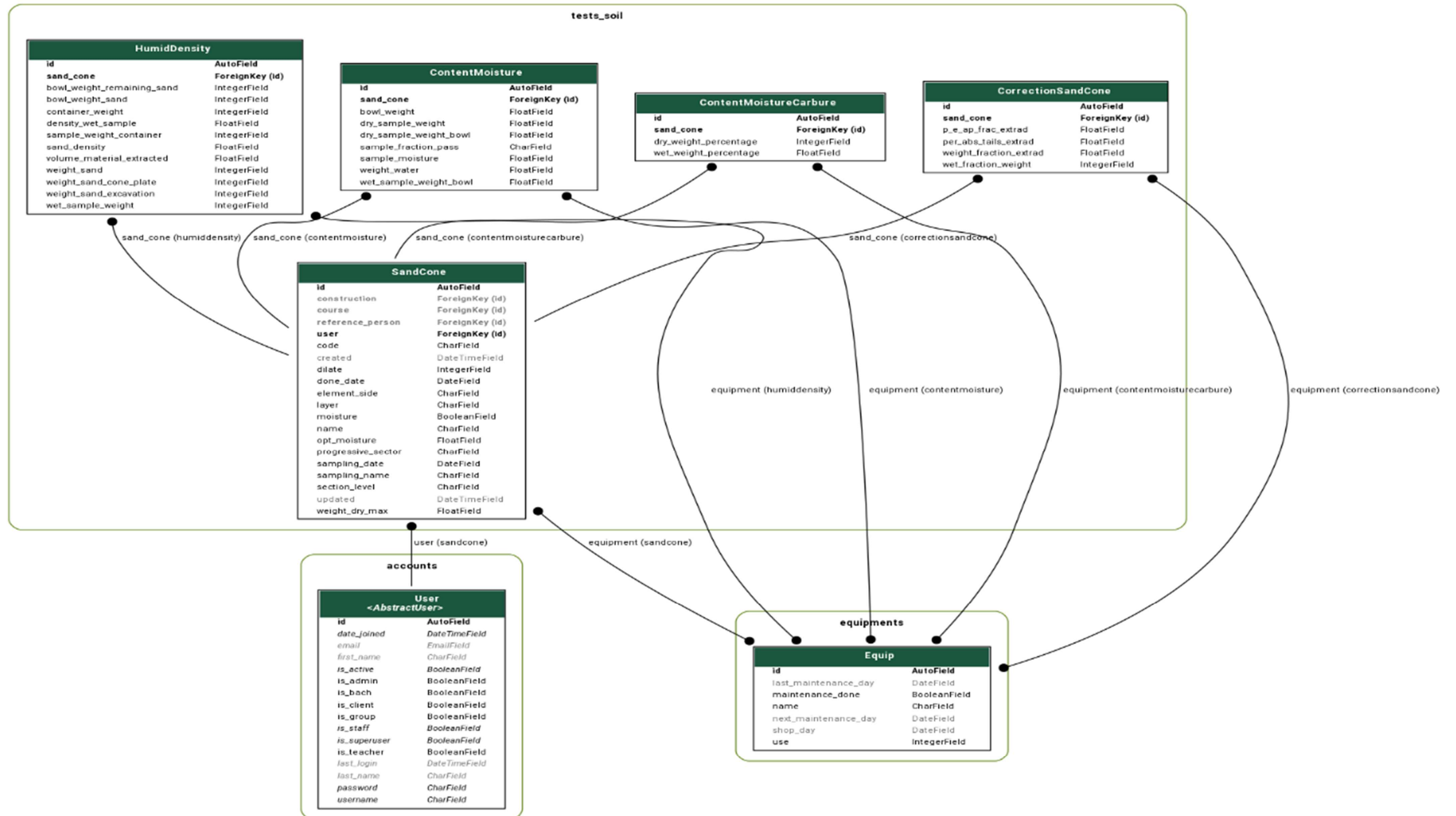


Fuente: Elaboración Propia



## 20. Modelo de relación para el ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo In Situ mediante el método del cono de arena

Gráfico 47: Modelo de relación para el ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo In Situ mediante el método del cono de arena.

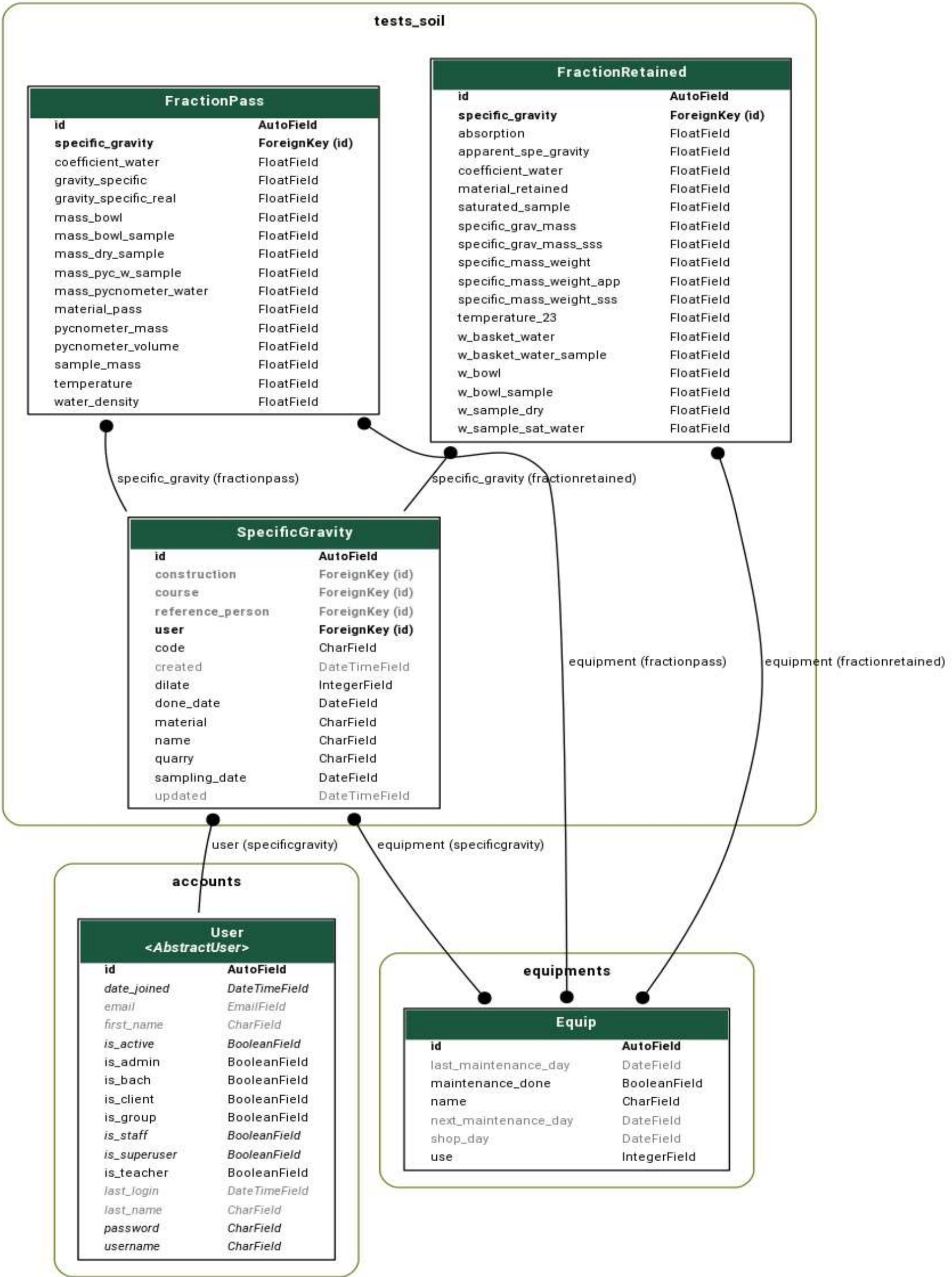


Fuente: Elaboración Propia



21. Modelo de relación del ensayo para la determinación de la gravedad específica de solidos mediante el picnómetro de agua de un suelo y ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso

Gráfico 48: Modelo de relación del ensayo para la eterminación de la gravedad específica de solidos mediante el picnómetro de agua de un suelo y ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.



Fuente: Elaboración Propia



22. Clasificación de suelos SUCS

Ilustración 55: Clasificación Sucs.

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	Gravas	Gravas limpias	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	GW
	Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Menos de 5% finos <sup>a</sup>	$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$	GP
		Gravas con finos	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	GM
		Más de 12% finos <sup>a,d</sup>	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	GC
	Arenas	Arenas limpias	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	SW
	50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Menos de 5% finos <sup>b</sup>	$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^c$	SP
Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200		Arenas con finos	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	SM
		Más de 12% finos <sup>b,d</sup>	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	SC
	Limos y arcillas	Inorgánico	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2) <sup>e</sup>	CL
	Límite líquido menor que 50	Orgánico	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) <sup>e</sup>	ML
			Límite líquido: secado	
			Límite líquido: no secado	
Suelos altamente orgánicos			$\frac{\text{Límite líquido: no secado}}{\text{Límite líquido: secado}} < 0.75$ ; vea la figura 4.2; zona OL	OL
			Gráficos $PI$ en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	CH
			Gráficos $PI$ por debajo de "A" línea (figura 4.2)	MH
			Límite líquido: secado	
			Límite líquido: no secado	
			$\frac{\text{Límite líquido: no secado}}{\text{Límite líquido: secado}} < 0.75$ ; vea la figura 4.2; zona OH	OH
Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico				Pt

<sup>a</sup>Gravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC.

<sup>b</sup>Arenas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.

$$^c C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}; \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

<sup>d</sup>Si  $4 \leq PI \leq 7$  y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo GC-GM o SC-SM.

<sup>e</sup>Si  $4 \leq PI \leq 7$  y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo CL-ML.

Fuente: Braja M. Das. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica (2013)

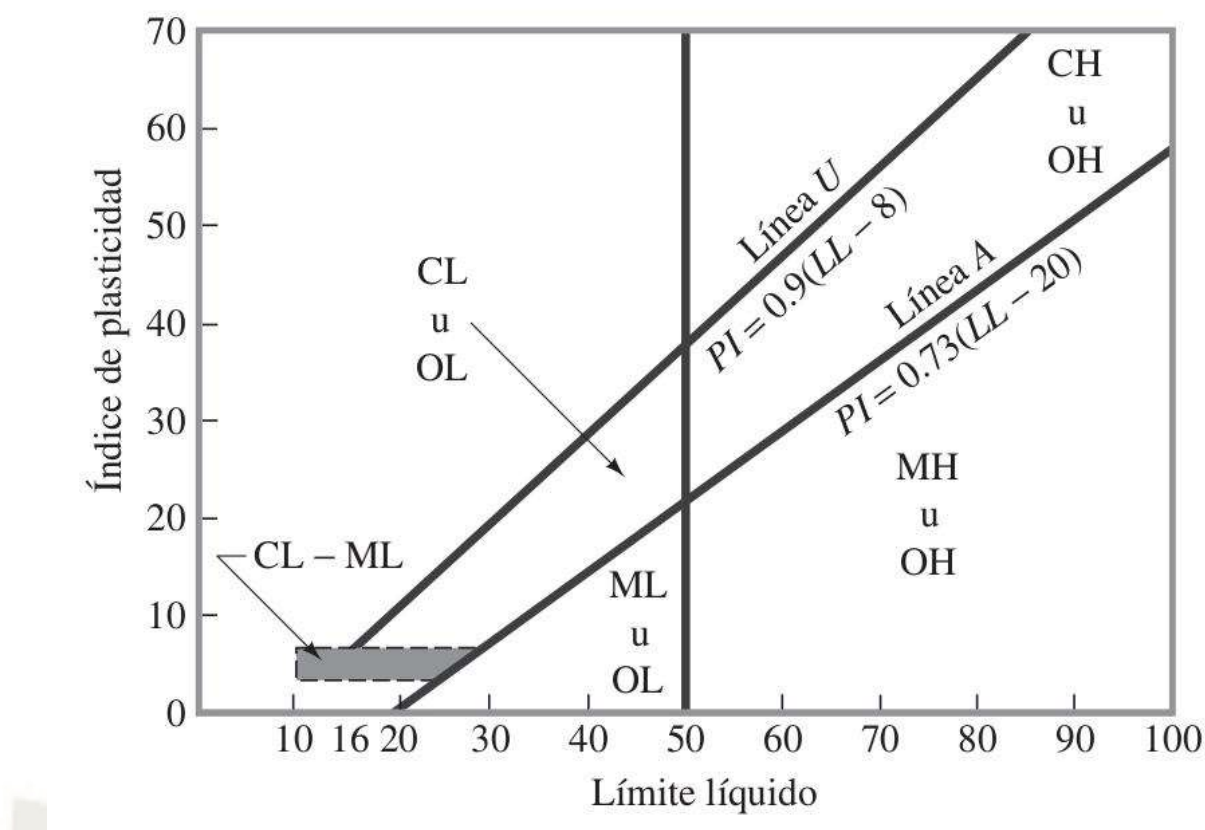
Ilustración 56: Clasificación Sucs nombre dado a suelos gruesos mayores del 50% de suelo.

Símbolo de grupo	Nombre de grupo	
GW	<15% de arena	Grava bien graduada
	≥15% de arena	Grava bien graduada con arena
GP	<15% de arena	Grava mal graduada
	≥15% de arena	Grava mal graduada con arena
GW-GM	<15% de arena	Grava bien graduada con limo
	≥15% de arena	Grava bien graduada con limo y arena
GW-GC	<15% de arena	Grava bien graduada con arcilla (o arcilla limosa)
	≥15% de arena	Grava bien graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena)
GP-GM	<15% de arena	Grava mal graduada con limo
	≥15% de arena	Grava mal graduada con limo y arena
GP-GC	<15% de arena	Grava mal graduada con arcilla (o arcilla limosa)
	≥15% de arena	Grava mal graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena)
GM	<15% de arena	Grava limosa
	≥15% de arena	Grava limosa con arena
GC	<15% de arena	Grava arcillosa
	≥15% de arena	Grava arcillosa con arena
GC-GM	<15% de arena	Grava limo arcillosa
	≥15% de arena	Grava limo arcillosa con arena
SW	<15% de grava	Arena bien graduada
	≥15% de grava	Arena bien graduada con grava
SP	<15% de grava	Arena mal graduada
	≥15% de grava	Arena mal graduada con grava
SW-SM	<15% de grava	Arena bien graduada con limo
	≥15% de grava	Arena bien graduada con limo y grava
SW-SC	<15% de grava	Arena bien graduada con arcilla (o arcilla limosa)
	≥15% de grava	Arena bien graduada con arcilla y grava (o arcilla limosa y grava)
SP-SM	<15% de grava	Arena mal graduada con limo
	≥15% de grava	Arena mal graduada con limo y grava
SP-SC	<15% de grava	Arena mal graduada con arcilla (o arcilla limosa)
	≥15% de grava	Arena mal graduada con arcilla y grava (o arcilla limosa y grava)
SM	<15% de grava	Arena limosa
	≥15% de grava	Arena limosa con grava
SC	<15% de grava	Arena arcillosa
	≥15% de grava	Arena arcillosa con grava
SC-SM	<15% de grava	Arena limo arcillosa
	≥15% de grava	Arena limo arcillosa con grava

Fuente: Braja M. Das. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica (2013)



Ilustración 57: Carta de Plásticidad de los Suelos



Fuente: Braja M. Das. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica (2013)

23. Densidad del agua y factor de corrección a varias temperaturas.

Ilustración 58: Densidad del agua y factor de corrección a varias temperaturas.

Temperatura °C	Densidad del agua (g/mL)	Factor de corrección (K)	Temperatura °C	Densidad del agua (g/mL)	Factor de corrección (K)
15.0	0.99910	1.00090	23.0	0.99754	0.99933
15.5	0.99902	1.00082	23.5	0.99742	0.99921
16.0	0.99895	1.00074	24.0	0.99730	0.99909
16.5	0.99886	1.00066	24.5	0.99717	0.99897
17.0	0.99878	1.00057	25.0	0.99705	0.99884
17.5	0.99869	1.00048	25.5	0.99692	0.99871
18.0	0.99860	1.00039	26.0	0.99679	0.99858
18.5	0.99850	1.00030	26.5	0.99665	0.99844
19.0	0.99841	1.00020	27.0	0.99652	0.99831
19.5	0.99831	1.00010	27.5	0.99638	0.99817
20.0	0.99821	1.00000	28.0	0.99624	0.99803
20.5	0.99810	0.99990	28.5	0.99609	0.99788
21.0	0.99799	0.99979	29.0	0.99595	0.99774
21.5	0.99789	0.99968	29.5	0.99580	0.99759
22.0	0.99777	0.99957	30.0	0.99565	0.99744
22.5	0.99776	0.99945	30.5	0.99550	0.99729

Fuente: Norma ASTM D 854-02 (2013)



## 24. Lógica para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos en muestras prismáticas.

```
class PrismBreak(models.Model):
    COMPOSITION_CHOICES = (
        ("DADO_GROUT", "Dado de Grout"),
        ("DADO_CAL", "Dado de Cal"),
        ("ADOQUIN_CONCRETO", "Adoquin de Concreto"),
    )
    prism_type = models.CharField(max_length=20,
                                   choices=COMPOSITION_CHOICES,
                                   default="DADO_GROUT",)
    user = models.ForeignKey(User,
                              on_delete=models.CASCADE)
    sampling_date = models.DateField(default=datetime.datetime.
                                      now, null=True, blank=True)
    name = models.CharField(max_length=50,
                             default="Rotura Testigo")
    code = models.CharField(max_length=255,
                             unique=True, editable=False)
    fc_esp = models.FloatField(default=280)
    created = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
    updated = models.DateTimeField(auto_now=True)
    equipment = models.ManyToManyField(Equip)
    tool = models.ManyToManyField(Tool)
    course = models.ForeignKey(Course,
                               on_delete=models.SET_NULL, null=True,
                               blank=True)
    reference_person = models.ForeignKey(ReferencePerson,
                                         on_delete=models.SET_NULL, null=True,
                                         blank=True)
    construction = models.ForeignKey(Construction,
                                     on_delete=models.SET_NULL, null=True,
                                     blank=True)

    def save(self, *args, **kwargs):
        # Generate the code for the barcode (e.g. RDC2009092701)
        date = datetime.datetime.today()
        letters = ""
        words = self.name.split()
        for word in words:
            letters += word[0]
        self.code = f"{letters.upper()} {date.year} {date.month}
                    {date.day} {date.hour} {date.minute} {date.
                    second}"

        super(PrismBreak, self).save(*args, **kwargs)
```

```
def __str__(self):
    return f"Prisma {self.id}"

class Prism(models.Model):
    poured_date = models.DateField()
    break_date = models.DateField()
    dilate = models.IntegerField(editable=False)
    element_name = models.CharField(max_length=100,
                                     null=True, blank=True)
    D_1 = models.FloatField()
    D_2 = models.FloatField()
    area = models.FloatField(editable=False)
    load = models.FloatField()
    fc = models.FloatField(editable=False)
    fc_MPa = models.FloatField(editable=False)
    fc_175 = models.FloatField(editable=False)
    fc_210 = models.FloatField(editable=False)
    fc_280 = models.FloatField(editable=False)
    created = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
    updated = models.DateTimeField(auto_now=True)
    prism_break = models.ForeignKey(PrismBreak,
                                    on_delete=models.CASCADE)
    equipment = models.ManyToManyField(Equip)
    tool = models.ManyToManyField(Tool)

    def save(self, *args, **kwargs):
        # Generate the dilate from the poured_date
        diff = self.break_date - self.poured_date
        self.dilate = diff.days

        # Generate the area
        avg_D = self.D_1 * self.D_2
        self.area = round(avg_D, 2)

        # Generate the fc
        effort_fc = self.load / self.area
        self.fc = round(effort_fc, 2)

        # Generate fc_MPa
        effort_fc_MPa = self.fc * 0.0981
        self.fc_MPa = round(effort_fc_MPa, 2)

        # Generate the fc_175
        effort_fc_175 = (self.fc / 175) * 100
        self.fc_175 = round(effort_fc_175, 2)

        # Generate the fc_210
        effort_fc_210 = (self.fc / 210) * 100
```

```

        self.fc_210 = round(effort_fc_210, 2)

        # Generate the fc_280
        effort_fc_280 = (self.fc / 280) * 100
        self.fc_280 = round(effort_fc_280, 2)

        super(Prism, self).save(*args, **kwargs)

    def __str__(self):
        return f"Prismas {self.id}"

```

## 25. Lógica para la determinación de la resistencia a la compresión de testigos diamantinos en muestras cilíndricas.

```

class DiamondPiceBreak(models.Model):
    user = models.ForeignKey(User,
                              on_delete=models.CASCADE)
    name = models.CharField(max_length=50,
                             default="Compresión Testigo Diamantinos")
    code = models.CharField(max_length=255,
                             unique=True, editable=False)
    fc_esp = models.FloatField(default=280)
    sampling_date = models.DateField(null=True, blank=True)
    created = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
    updated = models.DateTimeField(auto_now=True)
    equipment = models.ManyToManyField(Equip)
    tool = models.ManyToManyField(Tool)
    course = models.ForeignKey(Course,
                                on_delete=models.SET_NULL, null=True,
                                blank=True)

    reference_person = models.ForeignKey(ReferencePerson,
                                          on_delete=models.SET_NULL, null=True,
                                          blank=True)

    construction = models.ForeignKey(Construction,
                                      on_delete=models.SET_NULL, null=True,
                                      blank=True)

    def save(self, *args, **kwargs):
        # Generate the code for the barcode (e.g. RDC2009092701)
        date = datetime.datetime.today()
        letters = ""
        words = self.name.split()
        for word in words:
            letters += word[0]
        self.code =

            f"{letters.upper()}{date.year}{date.month}
            {date.day}{date.hour}{date.minute}{date.
            second}"

```



```

        super(DiamondPiceBreak, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Testigo de Diamantino {self.id}"

class DiamondPice(models.Model):
    extraction_date = models.DateField()
    break_date      = models.DateField()
    dilate          = models.IntegerField(editable=False)
    element_name    = models.CharField(max_length=100,
                                       null=True, blank=True)
    D               = models.FloatField()
    L               = models.FloatField()
    factor_ld       = models.FloatField(editable=False)
    area            = models.FloatField(editable=False)
    correction       = models.FloatField(editable=False)
    load            = models.FloatField()
    fc              = models.FloatField(editable=False)
    fc_MPa          = models.FloatField(editable=False)
    fc_175          = models.FloatField(editable=False)
    fc_210          = models.FloatField(editable=False)
    fc_280          = models.FloatField(editable=False)
    created         = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
    updated         = models.DateTimeField(auto_now=True)
    diamond_pice_break = models.ForeignKey(DiamondPiceBreak,
                                           on_delete=models.CASCADE)
    equipment       = models.ManyToManyField(Equip)
    tool            = models.ManyToManyField(Tool)

def save(self, *args, **kwargs):
    # Generate the dilate from the extraction_date
    diff = self.break_date - self.extraction_date
    self.dilate = diff.days

    # Generate the factor_ld
    factor = self.L / self.D
    self.factor_ld = round(factor, 2)

    # Generate the area
    d_cm = self.D*2.54
    area_cm2 = ((d_cm**2)*math.pi)/4
    self.area = round(area_cm2, 2)

    # Generate the correction factor
    x_ld = [1, 1.25, 1.50, 1.75]
    y_correction = [0.87, 0.93, 0.96, 0.98]
    correc = np.interp(self.factor_ld, x_ld, y_correction)
    self.correction = round(correc, 2)

```

```
# Generate the fc
effort_fc = ( self.load / self.area ) * self.correction
self.fc = round(effort_fc, 2)

# Generate fc_MPa
effort_fc_MPa = self.fc*0.0981
self.fc_MPa = round(effort_fc_MPa, 2)

# Generate the fc_175
effort_fc_175 = (self.fc/175)*100
self.fc_175 = round(effort_fc_175, 2)

# Generate the fc_210
effort_fc_210 = (self.fc/210)*100
self.fc_210 = round(effort_fc_210, 2)

# Generate the fc_280
effort_fc_280 = (self.fc/280)*100
self.fc_280 = round(effort_fc_280, 2)

super(DiamondPice, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Testigos Diamantinos {self.id}"
```

## 26. Lógica para la determinación de la resistencia en compresión de pilas de albañilería.

```
class MasonryCompression(models.Model):
    BRICK_CHOICES = (
        ("LADRILLO_UNIDAD_HUECA", "Ladrillo Unidad Hueca"),
        ("LADRILLO_UNIDAD_SOLIDA", "Ladrillo Unidad Solida"),
        ("BLOQUE_UNIDAD_HUECA", "Bloque Unidad Hueca"),
    )
    brick_type = models.CharField(max_length=50,
                                  choices=BRICK_CHOICES,
                                  default="LADRILLO_UNIDAD_HUECA",)
    user = models.ForeignKey(User,
                              on_delete=models.CASCADE)
    name = models.CharField(max_length=50,
                             default="Compresion de Albañileria")
    element_name = models.CharField(max_length=100,
                                     null=True, blank=True)
    code = models.CharField(max_length=255,
                             unique=True, editable=False)
    sampling_date = models.DateField(default=datetime.datetime.now,
                                      null=True, blank=True)
```

```

done_date         =
                    models.DateField(default=datetime.datetime.
                    e.now)

dilate            = models.IntegerField(editable=False)
created           = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
updated           = models.DateTimeField(auto_now=True)
equipment         = models.ManyToManyField(Equip)
tool              = models.ManyToManyField(Tool)
course            = models.ForeignKey(Course,
                    on_delete=models.SET_NULL, null=True,
                    blank=True)
reference_person   = models.ForeignKey(ReferencePerson,
                    on_delete=models.SET_NULL, null=True,
                    blank=True)
construction       = models.ForeignKey(Construction,
                    on_delete=models.SET_NULL, null=True,
                    blank=True)

def save(self, *args, **kwargs):

    # Generate the code for the barcode (e.g. RDC2009092701)
    date = datetime.datetime.today()
    letters = ""
    words = self.name.split()
    for word in words:
        letters += word[0]
    self.code =

        f"{letters.upper()}{date.year}{date.month}
        {date.day}{date.hour}{date.minute}{date.
        second}"

    # Generate the duration from the poured_data
    diff = self.done_date - self.sampling_date
    self.dilate = diff.days

    super(MasonryCompression, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Compresion de Albañileria {self.id}"

class Masonry(models.Model):
    poured_date     = models.DateField()
    break_date      = models.DateField()
    dilate          = models.IntegerField(editable=False)
    L               = models.FloatField()
    A               = models.FloatField()
    hp              = models.FloatField()
    tp              = models.FloatField()
    hp_tp           = models.FloatField(editable=False)

```



```

correction      = models.FloatField(editable=False)
area            = models.FloatField(editable=False)
load           = models.FloatField()
fc             = models.FloatField(editable=False)
fc_MPa         = models.FloatField(editable=False)
created        = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
updated        = models.DateTimeField(auto_now=True)
masonry_compression = models.ForeignKey(MasonryCompression,
                                         on_delete=models.CASCADE)
equipment      = models.ManyToManyField(Equip)
tool           = models.ManyToManyField(Tool)

def save(self, *args, **kwargs):
    # Generate the dilate from the poured_date
    diff = self.break_date - self.poured_date
    self.dilate = diff.days

    # Generate the area
    area_cm2 = self.L + self.A
    self.area = round(area_cm2, 2)

    # Generate the hp_tp
    hp_tp_factor = self.hp / self.tp
    self.hp_tp = round(hp_tp_factor, 1)

    # Generate correction
    x_ld = [1.3, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0]
    y_correction = [0.75, 0.86, 1.00, 1.04, 1.07, 1.15,
                    1.22]
    correc = np.interp(self.hp_tp, x_ld, y_correction)
    self.correction = round(correc, 2)

    # Generate the fc
    effort_fc = (self.load / self.area) * self.correction
    self.fc = round(effort_fc, 2)

    # Generate fc_MPa
    effort_fc_MPa = self.fc * 0.0981
    self.fc_MPa = round(effort_fc_MPa, 2)

    super(Masonry, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Albañileria {self.id}"

```

## 27. Lógica para determinar la compresión simple, perpendicular o paralela en madera.

```
class WoodCompression(models.Model):
```

```

user          = models.ForeignKey(User,
                                   on_delete=models.CASCADE)
name          = models.CharField(max_length=50,
                                   default="Compresion de Madera")
name_element  = models.CharField(max_length=50, null=True,
                                   blank=True)
wood_name     = models.CharField(max_length=100,
                                   null=True, blank=True)
code          = models.CharField(max_length=255,
                                   unique=True, editable=False)
sampling_date = models.DateField()
done_date     =
                models.DateField(default=datetime.datetime.
                e.now)
dilate        = models.IntegerField(editable=False)
created       = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
updated       = models.DateTimeField(auto_now=True)
equipment     = models.ManyToManyField(Equip)
tool          = models.ManyToManyField(Tool)
course        = models.ForeignKey(Course,
                                   on_delete=models.SET_NULL, null=True,
                                   blank=True)
reference_person = models.ForeignKey(ReferencePerson,
                                   on_delete=models.SET_NULL, null=True,
                                   blank=True)
construction  = models.ForeignKey(Construction,
                                   on_delete=models.SET_NULL, null=True,
                                   blank=True)

def save(self, *args, **kwargs):

    # Generate the code for the barcode (e.g. RDC2009092701)
    date = datetime.datetime.today()
    letters = ""
    words = self.name.split()
    for word in words:
        letters += word[0]
    self.code =

                f"{letters.upper()} {date.year} {date.month}
                {date.day} {date.hour} {date.minute} {date.
                second}"

    # Generate the duration from the poured_data
    diff = self.done_date - self.sampling_date
    self.dilate = diff.days

    super(WoodCompression, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Compresion de Madera {self.id}"

```

```
class ParallelPerpendicular(models.Model):
    POSITION_CHOICES = (
        ("NINGUNA", "Ninguna"),
        ("PARALELO", "Compresión Paralelo a la Fibra"),
        ("PERPENDICULAR", "Compresión Perpendicular a la
            Fibra"),
    )
    type_compression = models.CharField(max_length=40,
        choices=POSITION_CHOICES,
        default="NINGUNA",)
    length_1 = models.FloatField()
    width_1 = models.FloatField()
    area_1 = models.FloatField(editable=False)
    length_2 = models.FloatField()
    width_2 = models.FloatField()
    area_2 = models.FloatField(editable=False)
    average_area = models.FloatField(editable=False)
    load = models.FloatField()
    fc = models.FloatField(editable=False)
    fc_MPa = models.FloatField(editable=False)
    wood_compression = models.ForeignKey(WoodCompression,
        on_delete=models.CASCADE)
    equipment = models.ManyToManyField(Equip)
    tool = models.ManyToManyField(Tool)

    def save(self, *args, **kwargs):

        # Generate area_1
        a_1 = self.length_1 * self.width_1
        self.area_1 = round(a_1, 2)

        # Generate area_2
        a_2 = self.length_2 * self.width_2
        self.area_2 = round(a_2, 2)

        # Generate average_area
        aa = (self.area_1 + self.area_2) / 2
        self.average_area = round(aa, 2)

        # Generate compression_resistance
        fc = self.load / self.average_area
        self.fc = round(fc, 2)

        # Generate fc_MPa
        fc_MPa = self.fc*0.0981
        self.fc_MPa = round(fc_MPa, 2)
```



```
super(ParallelPerpendicular, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Paralelo y Perpendicular {self.id}"
```

## 28. Lógica del ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos agregado fino.

```
class Equivalent(models.Model):
    LAYER_CHOICES = (
        ("UNO", "Estrato 1"),
        ("DOS", "Estrato 2"),
        ("TRES", "Estrato 3"),
        ("CUATRO", "Estrato 4"),
    )
    user = models.ForeignKey(User,
                             on_delete=models.CASCADE)
    name = models.CharField(max_length=50,
                             default="Valor Equivalente Arena Finos")
    pit = models.CharField(max_length=50, null=True,
                             blank=True)
    layer = models.CharField(choices=LAYER_CHOICES,
                             max_length=6)
    code = models.CharField(max_length=255,
                             unique=True, editable=False)
    sampling_date = models.DateField()
    done_date = models.DateField(default=datetime.datetime.
                                  now)
    dilate = models.IntegerField(editable=False)
    created = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
    updated = models.DateTimeField(auto_now=True)
    equipment = models.ManyToManyField(Equip)
    tool = models.ManyToManyField(Tool)
    course = models.ForeignKey(Course,
                               models.SET_NULL, null=True, blank=True)
    reference_person = models.ForeignKey(ReferencePerson,
                                         models.SET_NULL, null=True, blank=True)
    construction = models.ForeignKey(Construction,
                                     models.SET_NULL, null=True, blank=True)

    def save(self, *args, **kwargs):
        # Generate the code for the barcode (e.g. RDC2009092701)
        date = datetime.datetime.today()
        letters = ""
        words = self.name.split()
        for word in words:
            letters += word[0]
        self.code = f"{letters.upper()} {date.year} {date.month}
```

```

        ){date.day}{date.hour}{date.minute}{date.
        second}"

    # Generate the duration from the poured_data
    diff = self.done_date - self.sampling_date
    self.dilate = diff.days

    super(Equivalent, self).save(*args, **kwargs)

    def __str__(self):
        return f"Valor Equivalente Arena Finos {self.id}"

class Equiv(models.Model):
    max_size = models.FloatField(default=4.75)
    start_sat_time = models.TimeField(default=datetime.time(00,00))
    out_sat_time = models.TimeField(default=datetime.time(00,00))
    start_dec_time = models.TimeField(default=datetime.time(00,00))
    out_dec_time = models.TimeField(default=datetime.time(00,00))
    max_high_fine = models.FloatField()
    max_high_sand = models.FloatField()
    equiv_sand = models.FloatField(editable=False)
    equivalent = models.ForeignKey(Equivalent, on_delete=models.CASCADE)
    equipment = models.ManyToManyField(Equip)
    tool = models.ManyToManyField(Tool)

    def save(self, *args, **kwargs):
        equiv_sand = self.max_high_sand / self.max_high_fine * 100.0
        self.equiv_sand = math.ceil(equiv_sand)

        super(Equiv, self).save(*args, **kwargs)

    def __str__(self):
        return f"Equiv {self.id}"

```

## 29. Lógica para la determinación de material más fino que el tamiz 75 $\mu$ m (N. ° 200) en suelos.

```

class FineMaterial(models.Model):
    LAYER_CHOICES = (

```

```

        ("UNO", "Estrato 1"),
        ("DOS", "Estrato 2"),
        ("TRES", "Estrato 3"),
        ("CUATRO", "Estrato 4"),
    )
    user = models.ForeignKey(User,
                             on_delete=models.CASCADE)
    name = models.CharField(max_length=50,
                             default="Material Mas Fino")
    pit = models.CharField(max_length=50, null=True,
                             blank=True)
    layer = models.CharField(choices=LAYER_CHOICES,
                             max_length=6)
    code = models.CharField(max_length=255,
                             unique=True, editable=False)
    sampling_date = models.DateField()
    done_date = models.DateField(default=datetime.datetime.
                                  now)
    duration = models.IntegerField(editable=False)
    bowl = models.IntegerField()
    before_weight = models.FloatField()
    bowl_weight = models.FloatField()
    dry_weight = models.FloatField()
    after_weight = models.FloatField(editable=False)
    pass_weight = models.FloatField(editable=False)
    fine = models.FloatField(editable=False)
    created = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
    updated = models.DateTimeField(auto_now=True)
    equipment = models.ManyToManyField(Equip)
    tool = models.ManyToManyField(Tool)
    course = models.ForeignKey(Course,
                               models.SET_NULL, null=True, blank=True)
    reference_person = models.ForeignKey(ReferencePerson,
                                         models.SET_NULL, null=True, blank=True)
    construction = models.ForeignKey(Construction,
                                     models.SET_NULL, null=True, blank=True)

    def save(self, *args, **kwargs):
        # Generate the code for the barcode (e.g. RDC2009092701)
        date = datetime.datetime.today()
        letters = ""
        words = self.name.split()
        for word in words:
            letters += word[0]
        self.code = f"{letters.upper()}{date.year}{date.month}
                    {date.day}{date.hour}{date.minute}{date.
                    second}"

```



```
# Generate the dilate from the sampling date
diff = self.done_date - self.sampling_date
self.duration = diff.days

# Generate the material weight
material_dry = self.dry_weight - self.bowl_weight
self.after_weight = round(material_dry, 2)

# Generate the pass material weight
material_pass = self.before_weight - self.after_weight
self.pass_weight = round(material_pass, 2)

# Generate the mosture %
material_fine = (self.pass_weight / self.before_weight)
                * 100
self.fine = round(material_fine, 2)

super(FineMaterial, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Material Mas Fino {self.id}"
```

### 30. Lógica para la clasificación de suelos para fines de ingeniería y construcción de carreteras.

```
class GranulometricGlobal(models.Model):
    SIZE_CHOICES = (
        ('4"', "4 inch"),
        ('3"', "3 inch"),
        ('2 1/2"', "2 1/2 inch"),
        ('2"', "2 inch"),
        ('1 1/2"', "1 1/2 inch"),
        ('1"', "1 inch"),
        ('3/4"', "3/4 inch"),
        ('1/2"', "1/2 inch"),
        ('3/8"', "3/8 inch"),
        ('# 4', "N° 4"),
    )
    LAYER_CHOICES = (
        ("UNO", "Estrato 1"),
        ("DOS", "Estrato 2"),
        ("TRES", "Estrato 3"),
        ("CUATRO", "Estrato 4"),
    )
    user = models.ForeignKey(User,
                             on_delete=models.CASCADE)
    name = models.CharField(max_length=50,
                            default="Granulometria Tamizado Gloval")
    quarry = models.CharField(max_length=50,)
```

```

layer          = models.CharField(choices=LAYER_CHOICES,
                                   max_length=6)
code           = models.CharField(max_length=255,
                                   unique=True, editable=False)
sampling_date  = models.DateField()
done_date      =
                models.DateField(default=datetime.datetime.
                e.now)
dilate         = models.IntegerField(editable=False)
hygr_humid     = models.FloatField(null=True, blank=True)
organic        = models.BooleanField(default=False)
liquid_limit   = models.FloatField()
plastic_limit  = models.FloatField()
plastic_index  = models.FloatField(editable=False)
max_size       = models.CharField(choices=SIZE_CHOICES,
                                   max_length=7, default='2')
created        = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
updated        = models.DateTimeField(auto_now=True)
equipment      = models.ManyToManyField(Equip)
tool           = models.ManyToManyField(Tool)
course         = models.ForeignKey(Course,
                                   models.SET_NULL, null=True, blank=True)
reference_person = models.ForeignKey(ReferencePerson,
                                   models.SET_NULL, null=True, blank=True)
construction   = models.ForeignKey(Construction,
                                   models.SET_NULL, null=True, blank=True)

def save(self, *args, **kwargs):
    # Generate the code for the barcode (e.g. RDC2009092701)
    date = datetime.datetime.today()
    letters = ""
    words = self.name.split()
    for word in words:
        letters += word[0]
    self.code =
        f"{letters.upper()}{date.year}{date.month}
        {date.day}{date.hour}{date.minute}{date.
        second}"

    # Generate the duration from the poured_data
    diff = self.done_date - self.sampling_date
    self.dilate = diff.days

    # Generate the plastic_index
    plastic = self.liquid_limit - self.plastic_limit
    self.plastic_index = round(plastic, 1)

    super(GranulometricGlobal, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):

```

```

        return f"Granulometria Tamizado Gloval {self.id}"

class GlobalMesh(models.Model):
    tamiz_4          = models.FloatField(null=True, blank=True)
    tamiz_3          = models.FloatField(null=True, blank=True)
    tamiz_2_1o2      = models.FloatField(null=True, blank=True)
    tamiz_2          = models.FloatField(null=True, blank=True)
    tamiz_1_1o2      = models.FloatField(null=True, blank=True)
    tamiz_1          = models.FloatField(null=True, blank=True)
    tamiz_3o4        = models.FloatField(null=True, blank=True)
    tamiz_1o2        = models.FloatField(null=True, blank=True)
    tamiz_3o8        = models.FloatField(null=True, blank=True)
    tamiz_N_4        = models.FloatField()
    tamiz_N_8        = models.FloatField(null=True, blank=True)
    tamiz_N_10       = models.FloatField(null=True, blank=True)
    tamiz_N_16       = models.FloatField(null=True, blank=True)
    tamiz_N_20       = models.FloatField(null=True, blank=True)
    tamiz_N_30       = models.FloatField(null=True, blank=True)
    tamiz_N_40       = models.FloatField(null=True, blank=True)
    tamiz_N_50       = models.FloatField(null=True, blank=True)
    tamiz_N_60       = models.FloatField(null=True, blank=True)
    tamiz_N_80       = models.FloatField(null=True, blank=True)
    tamiz_N_100      = models.FloatField(null=True, blank=True)
    tamiz_N_140      = models.FloatField(null=True, blank=True)
    tamiz_N_200      = models.FloatField()
    tamiz_fondo      = models.FloatField()
    created          = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
    updated          = models.DateTimeField(auto_now=True)
    granulometric_global =
        models.ForeignKey(GranulometricGlobal,
                           on_delete=models.CASCADE)
    equipment        = models.ManyToManyField(Equip)
    tool              = models.ManyToManyField(Tool)

    def __str__(self):
        return f"Tamizes {self.id}"
if total_finos <= 10:
    d_x = []
    decil = [60, 30, 10]
    position = []
    for i in (0,1,2):
        for k in range(0, len(passing_percentage)):
            if passing_percentage[k] <= decil[i]:
                position.append(k)
                break # 7, 9, 10
        a = (passing_percentage[position[i]-1]-decil[i])
        b = diameter_mesh[position[i]-1] -
            diameter_mesh[position[i]]
        c = passing_percentage[position[i] - 1] -
            passing_percentage[position[i]]

```



```

        d = round(diameter_mesh[position[i] - 1] - (b * a /
            c), 2)
        d_x.append(d)

    decil_60 = d_x[0]
    decil_30 = d_x[1]
    decil_10 = d_x[2]
    CU = round(decil_60 / decil_10, 2)
    CC = round((decil_30 ** 2) / (decil_10 * decil_60 ), 2)

    if obj.max_size == '# 4' and total_amount >= 100:
        min_total_amount = "Ok"
    elif obj.max_size == '3/8"' or obj.max_size == '1/2"' and
        total_amount >= 200:
        min_total_amount = "Ok"
    elif obj.max_size == '3/4"' or obj.max_size == '1"' and
        total_amount >= 1:
        min_total_amount = "Ok"
    elif obj.max_size == '1 1/2"' or obj.max_size == '2"' or
        obj.max_size == '2 1/2"' and
        total_amount >= 8:
        min_total_amount = "Ok"
    elif obj.max_size == '3"' or obj.max_size == '4"' and
        total_amount >= 60:
        min_total_amount = "Ok"
    else:
        min_total_amount = "Verifique el Peso Seco Mínimo"

# Classification SUCS.
name_0 = ""
name_1 = ""
name_2 = ""
name_3 = ""
name_4 = ""
def sucs(pass_200, pass_4, CU, CC, LL, IP):
    global name_0, name_1, name_2, name_3, name_4
    if pass_200 >= 50:
        name_0 = "Suelo Fino"
        if LL <= 50 and LL > 0:
            name_3 = "L"
        elif LL > 50 and LL <= 110:
            name_3 = "H"
        else:
            name_3 = "Verifique el Limite Liquido"
        if IP < 0.73 * (LL - 20):
            name_4 = "M"
        else:
            name_4 = "C"
    elif pass_200 < 50:
        name_0 = "Suelo Grueso"

```

```

if pass_4 >= 50:
    name_1 = "S"
    if pass_200 < 5:
        if CU > 6 and CC >=1 and CC <=3:
            name_2 = "W"
        else:
            name_2 = "P"
    elif pass_200 >= 5 and pass_200 <= 12:
        if CU > 6 and CC >=1 and CC <=3:
            name_2 = "W"
        else:
            name_2 = "P"
        if LL <= 50 and LL > 0:
            name_3 = "L"
        elif LL > 50 and LL <= 110:
            name_3 = "H"
        else:
            name_3 = "Verifique el Limite Liquido"
        if IP < 0.73 * (LL - 20):
            name_4 = "M"
        else:
            name_4 = "C"
    elif pass_200 > 12:
        if IP < 0.73 * (LL - 20):
            name_4 = "M"
        else:
            name_4 = "C"
elif pass_4 < 50:
    name_1 = "G"
    if pass_200 < 5:
        if CU > 6 and CC >=1 and CC <=3:
            name_2 = "W"
        else:
            name_2 = "P"
    elif pass_200 >= 5 and pass_200 <= 12:
        if CU > 6 and CC >=1 and CC <=3:
            name_2 = "W"
        else:
            name_2 = "P"
        if LL <= 50 and LL > 0:
            name_3 = "L"
        elif LL > 50 and LL <= 110:
            name_3 = "H"
        else:
            name_3 = "Verifique el Limite Liquido"
        if IP < 0.73 * (LL - 20):
            name_4 = "M"
        else:
            name_4 = "C"
    elif pass_200 > 12:

```

```

        if IP < 0.73 * (LL - 20):
            name_4 = "M"
        else:
            name_4 = "C"

    return name_0, name_1, name_2, name_3, name_4

```

### 31. Lógica para la determinación del contenido de humedad de un suelo.

```

class MoistureContent(models.Model):
    user = models.ForeignKey(User,
                              on_delete=models.CASCADE)
    name = models.CharField(max_length=50,
                             default="Contenido Humedad")
    material = models.CharField(max_length=50,)
    quarry = models.CharField(max_length=50,)
    code = models.CharField(max_length=255,
                             unique=True, editable=False)
    sampling_date = models.DateField()
    done_date = models.DateField(default=datetime.datetime.
                                  now)
    dilate = models.IntegerField(editable=False)
    created = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
    updated = models.DateTimeField(auto_now=True)
    equipment = models.ManyToManyField(Equip)
    tool = models.ManyToManyField(Tool)
    course = models.ForeignKey(Course,
                                models.SET_NULL, null=True, blank=True)
    reference_person = models.ForeignKey(ReferencePerson,
                                          models.SET_NULL, null=True, blank=True)
    construction = models.ForeignKey(Construction,
                                      models.SET_NULL, null=True, blank=True)

    def save(self, *args, **kwargs):
        # Generate the code for the barcode (e.g. RDC2009092701)
        date = datetime.datetime.today()
        letters = ""
        words = self.name.split()
        for word in words:
            letters += word[0]
        self.code = f"{letters.upper()}{date.year}{date.month}
                    {date.day}{date.hour}{date.minute}{date.
                    second}"

        # Generate the duration from the poured_data
        diff = self.done_date - self.sampling_date
        self.dilate = diff.days

```



```

        super(MoistureContent, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Contenido Humedad {self.id}"

class MoistureMaterial(models.Model):
    MATERIAL_CHOICES = (
        ("SUELO", "Suelos"),
        ("ARENA", "Arenas"),
        ("GRAVA", "Gravas"),
        ("FINO", "Finos"),
    )
    material = models.CharField(choices=MATERIAL_CHOICES,
                                max_length=6)
    bowl_weight = models.FloatField()
    wet_weight = models.FloatField()
    dry_weight = models.FloatField()
    water_weight = models.FloatField(editable=False)
    material_weight = models.FloatField(editable=False)
    moisture = models.FloatField(editable=False)
    moisture_content = models.ForeignKey(MoistureContent,
                                         on_delete=models.CASCADE)
    equipment = models.ManyToManyField(Equip)
    tool = models.ManyToManyField(Tool)

    def save(self, *args, **kwargs):

        # Generate Water Weight
        water = self.wet_weight - self.dry_weight
        self.water_weight = round(water, 1)

        # Generate Material Weight
        material = self.dry_weight - self.bowl_weight
        self.material_weight = round(material, 1)

        # Generate Moisture
        moisture = self.water_weight/self.material_weight * 100
        self.moisture = round(moisture, 1)

        super(MoistureMaterial, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Humedad Material {self.id}"

```

### 32. Lógica para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada – Proctor Modificado.

```
class ProctorM(models.Model):
```

```

user            = models.ForeignKey(User,
                                     on_delete=models.CASCADE)
name            = models.CharField(max_length=50,
                                     default="Proctor Modificado")
material        = models.CharField(max_length=50,)
quarry          = models.CharField(max_length=50,)
code            = models.CharField(max_length=255,
                                     unique=True, editable=False)
sampling_date   = models.DateField()
done_date       = models.DateField(default=datetime.datetime.now)

dilate          = models.IntegerField(editable=False)
created         = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
updated         = models.DateTimeField(auto_now=True)
equipment       = models.ManyToManyField(Equip)
tool            = models.ManyToManyField(Tool)
course          = models.ForeignKey(Course,
                                     models.SET_NULL, null=True, blank=True)
reference_person = models.ForeignKey(ReferencePerson,
                                     models.SET_NULL, null=True, blank=True)
construction    = models.ForeignKey(Construction,
                                     models.SET_NULL, null=True, blank=True)

def save(self, *args, **kwargs):
    # Generate the code for the barcode (e.g. RDC2009092701)
    date = datetime.datetime.today()
    letters = ""
    words = self.name.split()
    for word in words:
        letters += word[0]
    self.code = f"{letters.upper()}{date.year}{date.month}{date.day}{date.hour}{date.minute}{date.second}"

    # Generate the duration from the poured_data
    diff = self.done_date - self.sampling_date
    self.dilate = diff.days

    super(ProctorM, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Proctor Modificado {self.id}"

class DensityWetDry(models.Model):
    layers        = models.IntegerField(default=5)
    hits          = models.IntegerField()
    material_weight_P = models.IntegerField()

```

```

bowl_weight_P      = models.IntegerField(default=6380)
compacted_weight_P = models.IntegerField(editable=False)
bowl_volume_P      = models.FloatField(default=2130.0)
wet_density        = models.FloatField(editable=False)
bowl               = models.IntegerField()
bowl_weight        = models.FloatField()
wet_weight         = models.FloatField()
dry_weight         = models.FloatField()
water_weight       = models.FloatField(editable=False)
material_weight    = models.FloatField(editable=False)
moisture           = models.FloatField(editable=False)
dry_density        = models.FloatField(editable=False)
proctor_m          = models.ForeignKey(ProctorM,
                                       on_delete=models.CASCADE)
equipment          = models.ManyToManyField(Equip)
tool               = models.ManyToManyField(Tool)

def save(self, *args, **kwargs):
    # Generate de Compacted Weight
    self.compacted_weight_P = self.material_weight_P -
                               self.bowl_weight_P

    # Generate Wet Density
    density_wet = self.compacted_weight_P /
                  self.bowl_volume_P
    self.wet_density = round(density_wet, 3)

    # Generate Water Weight
    water = self.wet_weight - self.dry_weight
    self.water_weight = round(water, 1)

    # Generate Material Weight
    material = self.dry_weight - self.bowl_weight
    self.material_weight = round(material, 1)

    # Generate Moisture
    moisture = 100 * self.water_weight /
              self.material_weight
    self.moisture = round(moisture, 1)

    # Generate Dry Density
    density_dry = self.wet_density / (1 + self.moisture / 100)
    self.dry_density = round(density_dry, 2)

    super(DensityWetDry, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Densidad Seca y Humeda {self.id}"

```



```
class Saturation(models.Model):
    frac_extrad_weight = models.FloatField()
    frac_gruesa_weight = models.FloatField()
    frac_fina_weight = models.FloatField()
    p_sp_frac_extrad = models.FloatField()
    p_sp_frac_gruesa = models.FloatField()
    g_sp_frac_fina = models.FloatField()
    g_frac_fina_gruesa = models.FloatField(editable=False)
    g_sp_global = models.FloatField(editable=False)
    proctor_m = models.ForeignKey(ProctorM,
                                   on_delete=models.CASCADE)
    equipment = models.ManyToManyField(Equip)
    tool = models.ManyToManyField(Tool)

    def save(self, *args, **kwargs):
        # Generate Faction fina + gruesa
        fina_gruesa = 1/(((self.frac_gruesa_weight*100/(100-
            self.frac_extrad_weight))/100)/self.p_sp_
            frac_gruesa) +
            (((self.frac_fina_weight*100/(100-
            self.frac_extrad_weight))/100)/self.g_sp_
            frac_fina))
        self.g_frac_fina_gruesa = round(fina_gruesa, 3)

        # Generate Gr Sp Gloval
        sp_global =
            1/((self.frac_extrad_weight/100/self.p_sp_
            _frac_extrad)+(self.frac_gruesa_weight/10
            0/self.p_sp_frac_gruesa)+(self.frac_fina_
            weight/100/self.g_sp_frac_fina))
        self.g_sp_global = round(sp_global, 3)

        super(Saturation, self).save(*args, **kwargs)

    def __str__(self):
        return f"Saturation {self.id}"

class Correction(models.Model):
    bowl_weight = models.FloatField()
    wet_weight = models.FloatField()
    dry_weight = models.FloatField()
    water_weight = models.FloatField(editable=False)
    material_weight = models.FloatField(editable=False)
    moisture = models.FloatField(editable=False)
    proctor_m = models.ForeignKey(ProctorM,
                                   on_delete=models.CASCADE)
    equipment = models.ManyToManyField(Equip)
    tool = models.ManyToManyField(Tool)
```

```
def save(self, *args, **kwargs):

    # Generate Water Weight
    water = self.wet_weight - self.dry_weight
    self.water_weight = round(water, 1)

    # Generate Material Weight
    material = self.dry_weight - self.bowl_weight
    self.material_weight = round(material, 1)

    # Generate Moisture
    moisture = self.water_weight/self.material_weight * 100
    self.moisture = round(moisture, 1)

    super(Correccion, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Correccion {self.id}"
```

### 33. Lógica para determinar la densidad y peso unitario del suelo In Situ mediante el método del cono de arena.

```
class SandCone(models.Model):
    user = models.ForeignKey(User,
                             on_delete=models.CASCADE)
    name = models.CharField(max_length=50,
                             default="Sand Cone")
    sampling_name = models.CharField(max_length=50,)
    progressive_sector = models.CharField(max_length=50,)
    section_level = models.CharField(max_length=50,)
    element_side = models.CharField(max_length=50,)
    layer = models.CharField(max_length=50,)
    weight_dry_max = models.FloatField()
    opt_moisture = models.FloatField()
    moisture = models.BooleanField(default=False)
    code = models.CharField(max_length=255,
                             unique=True, editable=False)
    sampling_date = models.DateField()
    done_date = models.DateField(default=datetime.datetime.now)
    dilate = models.IntegerField(editable=False)
    created = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
    updated = models.DateTimeField(auto_now=True)
    equipment = models.ManyToManyField(Equip)
    tool = models.ManyToManyField(Tool)
    course = models.ForeignKey(Course,
                                models.SET_NULL, null=True, blank=True)
```

```

reference_person      = models.ForeignKey(ReferencePerson,
                                         models.SET_NULL, null=True, blank=True)
construction          = models.ForeignKey(Construction,
                                         models.SET_NULL, null=True, blank=True)

def save(self, *args, **kwargs):
    # Generate the code for the barcode (e.g. RDC2009092701)
    date = datetime.datetime.today()
    letters = ""
    words = self.name.split()
    for word in words:
        letters += word[0]
    self.code =
        f"{letters.upper()}{date.year}{date.month}
        {date.day}{date.hour}{date.minute}{date.
        second}"

    # Generate the duration from the poured_data
    diff = self.done_date - self.sampling_date
    self.dilate = diff.days

    super(SandCone, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Sand Cone {self.id}"

class HumidDensity(models.Model):
    bowl_weight_sand      = models.IntegerField()
    bowl_weight_remaining_sand = models.IntegerField()
    weight_sand           =
        models.IntegerField(editable=False)
    weight_sand_cone_plate = models.IntegerField()
    weight_sand_excavation =
        models.IntegerField(editable=False)
    sand_density          = models.FloatField()
    volume_material_extracted =
        models.FloatField(editable=False)
    sample_weight_container = models.IntegerField()
    container_weight       = models.IntegerField(default=0)
    wet_sample_weight      =
        models.IntegerField(editable=False)
    density_wet_sample     =
        models.FloatField(editable=False)
    sand_cone              = models.ForeignKey(SandCone,
        on_delete=models.CASCADE)
    equipment              = models.ManyToManyField(Equip)
    tool                   = models.ManyToManyField(Tool)

```



```
def save(self, *args, **kwargs):
    # Generate Weight Sand
    w_s = self.bowl_weight_sand -
        self.bowl_weight_remaining_sand
    self.weight_sand = w_s

    # Generate Weight Sand Excavation
    w_s_e = self.weight_sand - self.weight_sand_cone_plate
    self.weight_sand_excavation = w_s_e

    # Generate Volume Material Extracted
    v_m_e = self.weight_sand_excavation / self.sand_density
    self.volume_material_extracted = round(v_m_e, 2)

    # Generate Wet Sample Weight
    w_s_w = self.sample_weight_container -
        self.container_weight
    self.wet_sample_weight = w_s_w

    # Generate Density Wet Sample
    d_w_s = self.wet_sample_weight /
        self.volume_material_extracted
    self.density_wet_sample = round(d_w_s, 2)

    super(HumidDensity, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Densidad Humeda {self.id}"

class ContentMoisture(models.Model):
    sample_fraction_pass = models.CharField(max_length=15,
        default='Pas. 3/4')
    bowl_weight = models.FloatField()
    wet_sample_weight_bowl = models.FloatField()
    dry_sample_weight_bowl = models.FloatField()
    weight_water = models.FloatField(editable=False)
    dry_sample_weight = models.FloatField(editable=False)
    sample_moisture = models.FloatField(editable=False)
    sand_cone = models.ForeignKey(SandCone,
        on_delete=models.CASCADE)
    equipment = models.ManyToManyField(Equip)
    tool = models.ManyToManyField(Tool)

    def save(self, *args, **kwargs):
        # Generate the weight water
        w_w = self.wet_sample_weight_bowl -
            self.dry_sample_weight_bowl
        self.weight_water = round(w_w, 1)
```

```

        # Generate the dry sample weight
        d_s_w = self.dry_sample_weight_bowl - self.bowl_weight
        self.dry_sample_weight = round(d_s_w, 1)

        # Generate the moisture %
        s_m = self.weight_water / self.dry_sample_weight * 100
        self.sample_moisture = round(s_m, 1)

        super(ContentMoisture, self).save(*args, **kwargs)

    def __str__(self):
        return f"Contenido Humedad {self.id}"

class ContentMoistureCarbure(models.Model):
    wet_weight_percentage = models.FloatField()
    dry_weight_percentage = models.IntegerField()
    sand_cone = models.ForeignKey(SandCone,
                                   on_delete=models.CASCADE)
    equipment = models.ManyToManyField(Equip)
    tool = models.ManyToManyField(Tool)

    def __str__(self):
        return f"Contenido Humedad Carbono {self.id}"

class CorrectionSandCone(models.Model):
    wet_fraction_weight = models.IntegerField()
    p_e_ap_frac_extrad = models.FloatField()
    per_abs_tails_extrad = models.FloatField()
    weight_fraction_extrad = models.FloatField(editable=False)
    sand_cone = models.ForeignKey(SandCone,
                                   on_delete=models.CASCADE)
    equipment = models.ManyToManyField(Equip)
    tool = models.ManyToManyField(Tool)

    def save(self, *args, **kwargs):
        # Generate the weight fraction extrad
        w_f_e = self.wet_fraction_weight / (1 +
                                             (self.per_abs_tails_extrad / 100))
        self.weight_fraction_extrad = round(w_f_e, 2)

        super(CorrectionSandCone, self).save(*args, **kwargs)

    def __str__(self):
        return f"Correccion Sand Cone {self.id}"

```

### 34. Lógica para la determinación de la gravedad específica de sólidos mediante el picómetro de agua de un suelo.

```
class SpecificGravity(models.Model):
    user = models.ForeignKey(User,
                              on_delete=models.CASCADE)
    name = models.CharField(max_length=50,
                             default="Gravedad Especifica")
    material = models.CharField(max_length=50,)
    quarry = models.CharField(max_length=50,)
    code = models.CharField(max_length=255,
                             unique=True, editable=False)
    sampling_date = models.DateField()
    done_date = models.DateField(default=datetime.datetime.now)
    dilate = models.IntegerField(editable=False)
    created = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
    updated = models.DateTimeField(auto_now=True)
    equipment = models.ManyToManyField(Equip)
    tool = models.ManyToManyField(Tool)
    course = models.ForeignKey(Course,
                                models.SET_NULL, null=True, blank=True)
    reference_person = models.ForeignKey(ReferencePerson,
                                         models.SET_NULL, null=True, blank=True)
    construction = models.ForeignKey(Construction,
                                     models.SET_NULL, null=True, blank=True)

    def save(self, *args, **kwargs):
        # Generate the code for the barcode (e.g. RDC2009092701)
        date = datetime.datetime.today()
        letters = ""
        words = self.name.split()
        for word in words:
            letters += word[0]
        self.code = f"{letters.upper()}{date.year}{date.month}{date.day}{date.hour}{date.minute}{date.second}"

        # Generate the duration from the poured_data
        diff = self.done_date - self.sampling_date
        self.dilate = diff.days

        super(SpecificGravity, self).save(*args, **kwargs)

    def __str__(self):
        return f"Gravedad Especifica {self.id}"
```



```
class FractionPass(models.Model):
    material_pass = models.FloatField()
    temperature = models.FloatField(default=21.0)
    water_density = models.FloatField(default=0.99799)
    pycnometer_volume = models.FloatField()
    pycnometer_mass = models.FloatField()
    mass_pycnometer_water = models.FloatField(editable=False)
    sample_mass = models.FloatField()
    mass_pyc_w_sample = models.FloatField()
    mass_bowl = models.FloatField()
    mass_bowl_sample = models.FloatField()
    mass_dry_sample = models.FloatField(editable=False)
    gravity_specific = models.FloatField(editable=False)
    coefficient_water = models.FloatField(default=0.99979)
    gravity_specific_real = models.FloatField(editable=False)
    specific_gravity = models.ForeignKey(SpecificGravity,
                                         on_delete=models.CASCADE)
    equipment = models.ManyToManyField(Equip)
    tool = models.ManyToManyField(Tool)

    def save(self, *args, **kwargs):

        # Generate the Mass of the Pycometer + water
        pycnometer_water = self.pycnometer_mass +
            (self.pycnometer_volume *
             self.water_density)
        self.mass_pycnometer_water = round(pycnometer_water, 2)

        # Generate the Mass of the dry sample
        dry_sample = self.mass_bowl_sample - self.mass_bowl
        self.mass_dry_sample = round(dry_sample, 2)

        # Generate the Gravity Specific
        gr_sp = self.mass_dry_sample /
            (self.mass_pycnometer_water -
             (self.mass_pyc_w_sample -
              self.mass_dry_sample))
        self.gravity_specific = round(gr_sp, 3)

        # Generate the Real Gravity Specific
        gr_sp_real = self.gravity_specific *
            self.coefficient_water
        self.gravity_specific_real = round(gr_sp_real, 3)

        super(FractionPass, self).save(*args, **kwargs)

    def __str__(self):
        return f"Fraccion Pasante {self.id}"
```

```
class FractionRetained(models.Model):
    material_retained = models.FloatField()
    temperature_23 = models.FloatField(default=22.0)
    saturated_sample = models.FloatField()
    w_basket_water = models.FloatField()
    w_basket_water_sample = models.FloatField()
    w_bowl = models.FloatField()
    w_bowl_sample = models.FloatField()
    w_sample_dry = models.FloatField(editable=False)
    w_sample_sat_water = models.FloatField(editable=False)
    specific_grav_mass = models.FloatField(editable=False)
    specific_grav_mass_sss = models.FloatField(editable=False)
    apparent_spe_gravity = models.FloatField(editable=False)
    coefficient_water = models.FloatField(default=0.99979)
    specific_mass_weight = models.FloatField(editable=False)
    specific_mass_weight_sss = models.FloatField(editable=False)
    specific_mass_weight_app = models.FloatField(editable=False)
    absorption = models.FloatField(editable=False)
    specific_gravity = models.ForeignKey(SpecificGravity,
                                        on_delete=models.CASCADE)
    equipment = models.ManyToManyField(Equip)
    tool = models.ManyToManyField(Tool)

    def save(self, *args, **kwargs):

        # Generate the Mass of the dry sample
        dry_sample = self.w_bowl_sample - self.w_bowl
        self.w_sample_dry = round(dry_sample, 1)

        # Generate Weight Sample Sat in the Water
        sample_sat_water = self.w_basket_water_sample -
            self.w_basket_water
        self.w_sample_sat_water = round(sample_sat_water, 1)

        # Generate Specific gravity of Mass
        sp_gr = self.w_sample_dry / (self.saturated_sample -
            self.w_sample_sat_water)
        self.specific_grav_mass = round(sp_gr, 3)

        # Generate Specific gravity of SSS mass
        sp_gr_sss = self.saturated_sample /
            (self.saturated_sample -
            self.w_sample_sat_water)
        self.specific_grav_mass_sss = round(sp_gr_sss, 3)

        # Generate apparent specific gravity
        ap_sp_gr = self.w_sample_dry / (self.w_sample_dry -
            self.w_sample_sat_water)
        self.apparent_spe_gravity = round(ap_sp_gr, 3)
```

```
# Generate Specific Mass Weight
smw = self.coefficient_water * self.specific_grav_mass
self.specific_mass_weight = round(smw, 3)

# Generate Specific Mass Weight SSS
smw_sss = self.coefficient_water *
            self.specific_grav_mass_sss
self.specific_mass_weight_sss = round(smw_sss, 3)

# Generate Specific Mass Weight Apparent
smw_app = self.coefficient_water *
            self.apparent_spe_gravity
self.specific_mass_weight_app = round(smw_app, 3)

# Generate absorption
abs_generate = (self.saturated_sample -
                self.w_sample_dry) / self.w_sample_dry *
                100
self.absorption = round(abs_generate, 1)

super(FractionRetained, self).save(*args, **kwargs)

def __str__(self):
    return f"Fraccion Retenida {self.id}"
```